

# الجيولوجيا الفيزيائية

عملي (معادن « مشهور )

الدكتور خالد بن إبراهيم التركي

جامعة الملك سعود  
عمادة شؤون المكتبات







سُبْحَانَكَ لَا عِلْمَ لَنَا إِلَّا مَا عَلَّمْتَنَا إِنَّكَ أَنْتَ الْعَلِيمُ الْحَكِيمُ



---

# الجيولوجيا الفيزيائية

عملي (معادن - صخور)

تأليف

الدكتور خالد بن إبراهيم التركي

أستاذ مشارك

قسم الجيولوجيا - كلية العلوم

جامعة الملك سعود

عمادة شؤون المكتبات - جامعة الملك سعود

ص. ب. ٢٢٤٨٠ - الرياض ١١٤٩٥ - المملكة العربية السعودية



٢٠١٢ هـ - ١٩٩٢ م - ١٤١٦ هـ (١٩٩٥ م) جامعة الملك سعود

الطبعة الأولى ١٤١٢ هـ (١٩٩٢ م).

الطبعة الثانية ١٤١٦ هـ (١٩٩٥ م)

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية

التركي، خالد بن إبراهيم

الجيولوجيا الفيزيائية: عدلي (معادن وصخور). - ط ٢.

١٢٣ ص: ٢٨ × ٢١ سم

رقمك X - ٢٤٦ - ٠٥ - ٩٩٦٠ (جلد)

٨ - ٢٤٧ - ٠٥ - ٩٦٦٠ (غلاف)

١ - فيزياء الأرض ٢ - المعادن ٣ - الصخور (أ) - العنوان

١٥/٣٧١٩

ديوي ٥٥١

رقم الإيداع: ١٥/٣٧١٩

حكمت هذا الكتاب لجنة متخصصة تشكلها للجلس العلمي بالجامعة، وقد وافق المجلس على نشره في اجتماعه الثاني والعشرين للعام الدراسي ١٤٠٨/١٤٠٩ هـ، الذي عُقد بتاريخ ١٤٠٩/١١/٢٥ هـ. الموافق ١٩٨٩/١/٢٨ م ثم وافق المجلس على إعادة طباعته في اجتماعه الثامن عشر للعام الدراسي ١٤١٥ هـ - ١٤١٦ هـ الذي عُقد بتاريخ ١٤١٥/١١/٩ هـ الموافق ١٩٩٥/٤/٩ م.

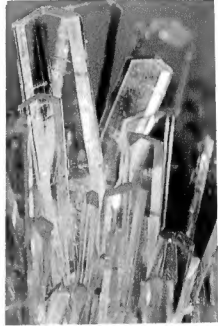
مطابع جامعة الملك سعود ١٤١٦ هـ



## المحتويات

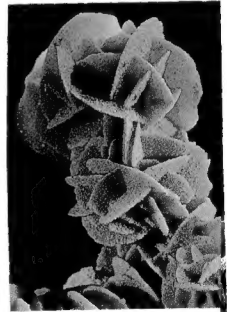
### صفحة

١	المقدمة: مكونات القشرة الأرضية
٣	الفصل الأول: المعادن
٦	الخصائص الطبيعية للمعادن
٦	١ - الخصائص البصرية
٦	اللون
١٢	المخدش
١٣	البريق
١٥	الشفافية
١٦	٢ - الخصائص التماسكية
١٦	الصلادة
١٧	الانقسام
١٩	الانفصال
٢٠	المكسر
٢١	التماسكية
٢٢	٣ - الخصائص الحسية
٢٢	الرائحة
٢٢	الطعم (المذاق)
٢٢	الملمس
٢٣	٤ - الثقل النوعي (الوزن النوعي)
٢٤	٥ - خصائص أخرى
٢٤	الصفات المغناطيسية
٢٥	الصفات الكهربائية
٢٥	الإشعاع الذري
٢٦	الانصهارية
٢٦	الذوبان في الماء
٢٦	التصنيف العام للمعادن
٢٦	مجموعة المعادن العنصرية (الحرة)
٢٨	مجموعة معادن الأكاسيد
٢٩	مجموعة معادن الكبريتات



## صفحة

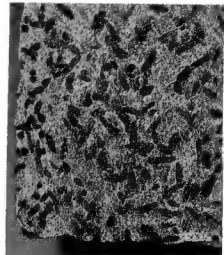
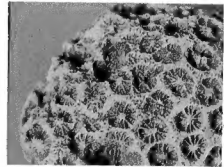
٢٩	مجموعة معادن الفوسفات
٣٠	مجموعة معادن الكبريتيدات
٣٠	مجموعة معادن الهاليدات
٣٠	مجموعة معادن الكربونات
٣١	مجموعة معادن السيليكات
٣٩	تقسيم المعادن حسب التركيب الكيميائي
٣٩	مجموعة المعادن العنصرية الطليقة
٣٩	مجموعة معادن الكبريتيدات
٣٩	مجموعة معادن الأكاسيد
٤٠	مجموعة معادن الهاليدات
٤٠	مجموعة معادن الفوسفات
٤٠	مجموعة معادن الكربونات
٤٠	مجموعة معادن الكبريتات
٤٠	مجموعة معادن السيليكات
٤٠	نيزوسيليكات
٤١	سوروسيليكات
٤١	سيكلوسيليكات
٤١	اينوسيليكات
٤١	فيللوسيليكات
٤١	نكتوسيليكات
٤٥	وصف لأمثلة مختارة من المجموعات المعدنية
٤٥	مجموعة المعادن العنصرية
٤٥	مجموعة معادن الأكاسيد
٤٦	مجموعة معادن الهاليدات
٤٧	مجموعة معادن الكربونات
٤٧	مجموعة معادن الكبريتات
٤٨	مجموعة معادن الفوسفات
٤٨	مجموعة معادن الكبريتيدات
٤٩	مجموعة معادن السيليكات
٥٢	العناصر وأهم خاماتها المعدنية





## صفحة

٥٧	الفصل الثاني: الصخور
٦٢	الصخور النارية
٦٢	تصنيف الصخور النارية
٦٢	كيفية الوجود (مكان التصلب)
٦٣	النسيج
٦٦	التركيب الكيميائي
٦٧	التركيب المعدني
٦٨	اللون
٦٨	وصف بعض الصخور النارية
٦٩	الصخور الحمضية (الفلسية)
٧١	الصخور المتوسطة
٧١	الصخور القاعدية (المافية)
٧٢	الصخور فوق القاعدية (فوق المافية)
٧٣	الصخور الرسوبية
٧٥	تصنيف الصخور الرسوبية
٧٦	الصخور الميكانيكية النشأة
٨١	الصخور الكيميائية النشأة
٨٢	وصف بعض العينات
٨٤	الصخور العضوية النشأة
٨٦	وصف بعض الصخور عضوية النشأة
٨٨	الصخور المتحولة
٨٨	عوامل التحول الرئيسة
٨٩	عمليات التحول
٩٠	أنواع التحول
٩١	تصنيف الصخور المتحولة
٩٣	وصف بعض الصخور المتحولة
٩٥	المراجع
٩٧	كشاف المصطلحات
٩٧	(إنجليزي - عربي)
١١١	(عربي - إنجليزي)





## المقدمة

تعتبر الصخور على اختلاف أنواعها (نارية - متحولة - رسوبية) المكونات الأساسية للقشرة الأرضية . كما أن المعادن البالغ عددها الآن أكثر من ثلاثة آلاف معدن، هي وحدات التركيب الأساسية لأنواع الصخور كافة، بمعنى أن أي صخر من صخور القشرة الأرضية يتركب عادة من أكثر من معدن، وإن كان من الصخور ما يتركب من معدن واحد، وعلى الرغم من أن العناصر التي تدخل في تركيب صخور القشرة الأرضية عديدة، إلا أن هناك عشرة عناصر أساسية تكون ما يقارب ٩٩,٣٤٪ من تركيب القشرة.

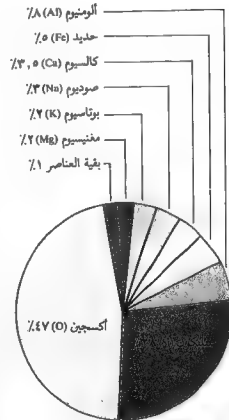
من الجدول رقم (١) يتضح أيضاً أن عنصر الأكسجين هو أكثرها انتشاراً في تركيب القشرة الأرضية . . وهذا لا يعني أنه يوجد حراً طليقاً فيها، بل يوجد متحلاً كيميائياً مع عناصر أخرى ليكون معادن كثيرة منها الأكاسيد، والسيليكات وغيرها. ومن المعروف أن العناصر المبنية بالجدول كافة عبارة عن فلزات فيما عدا الأكسجين والهيدروجين. أما الألومنيوم والسليكون فلها خصائص غريبة ومركبات تضمها بين الفلزات وأشباه الفلزات.

جدول رقم (١). جدول يوضح متوسط النسب المئوية للعناصر المكونة لصخور القشرة الأرضية وأكاسيدها

أكاسيد		عناصر			
٥٩,١٧	SiO <sub>2</sub>	أكسيد السيليكون	٤٦,٧١	O	الأكسجين
١٥,٢٢	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	أكسيد الألومنيوم	٢٧,٦٩	Si	السيليكون
٦,٨٦	FeO	أكسيد الحديد	٨,٠٧	Al	الألومنيوم
٥,١٠	CaO	أكسيد الكالسيوم	٥,٠٥	Fe	الحديد
٣,٧١	Na <sub>2</sub> O	أكسيد الصوديوم	٣,٦٥	Ca	الكالسيوم
٣,١١	K <sub>2</sub> O	أكسيد البوتاسيوم	٢,٧٥	Na	الصوديوم
٣,٤٥	MgO	أكسيد المغنسيوم	٢,٥٨	K	البوتاسيوم
١,٠٣	TiO <sub>2</sub>	أكسيد التيتانيوم	٢,٠٨	Mg	المغنسيوم
١,٣٠	H <sub>2</sub> O	الماء	٠,٦٢	Ti	التيتانيوم
			٠,١٤	H	الهيدروجين
٩٨,٩٥		المجموع	٩٩,٣٤		المجموع

## مكونات القشرة الأرضية

### Materials of the Earth Crust

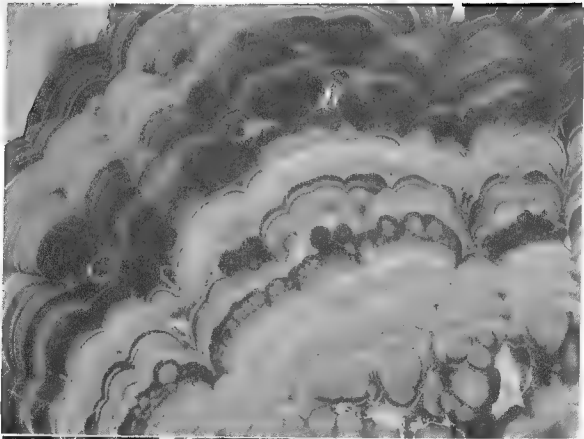


شكل رقم (١). متوسط النسب المئوية للعناصر الرئيسية المكونة للقشرة الأرضية



## الفصل الأول

### المعادن Minerals



### الخصائص الطبيعية للمعادن

- الخصائص البصرية
- الخصائص التناصكية
- الخصائص الحسية
- الثقل النوعي
- خصائص أخرى

### التصنيف العام للمعادن

- مجموعة المعادن العنصرية (الحرة)
- مجموعة معادن الأكاسيد
- مجموعة معادن الكبريتات
- مجموعة معادن الفوسفات
- مجموعة معادن الكبريتيدات
- مجموعة معادن الهاليدات
- مجموعة معادن الكربونات
- مجموعة معادن السيليكات

## المعادن Minerals

يعرف المعدن عمومًا بأنه مادة صلبة طبيعية تكونت بطريقة غير عضوية عادة ذات تركيب كيميائي محدد وترتيب ذري داخلي مميز تجعلان له خصائص فيزيائية مميزة... وله غالبًا شكل بلوري يظهر على السطح الخارجي في هيئة قوالب أو أشكال هندسية.

من التعريف يتضح أن هناك أربعة عوامل أساسية تحدد طبيعة المعدن واسمه وهي :

- ١ - يجب أن تكون مادته طبيعية وتكونت بطرق غير عضوية غالبًا.
- ٢ - يجب أن تكون مادته صلبة وإن كان الماء يعتبر معدنًا سائلًا.
- ٣ - يجب أن يكون له بناء بلوري منتظم.
- ٤ - يجب أن يكون له تركيب كيميائي ثابت أو متغير في حدود ضيقة.

واعتادًا على هذه الصفات، يتم استبعاد كلا من البترول والغاز الطبيعي من قائمة المعادن حيث إنها عبارة عن مركبات عديدة ليس لها بلورات. كما يتم أيضًا استبعاد أي مادة صلبة متبلورة يتم تحضيرها في المعمل لأنها ستعتبر مركبًا كيميائيًا وليست معدنًا طبيعيًا (معادن صناعية)، كما نلاحظ أن التركيب الكيميائي بمفرده وإن كان مميزًا إلا أنه غير كافٍ لتحديد شخصية المعدن؛ فمثلًا نجد أن كربونات الكالسيوم،  $\text{CaCO}_3$  عندما يتم تبلورها في الطبيعة، تنتج معدنين لها التركيب الكيميائي نفسه ولكنها يختلفان في البناء البلوري، وهما الأراجونيت Aragonite والكالسيت Calcite ويختلفان في كثير من الصفات الطبيعية - (اللون Colour، والصلادة Hardness، والبريق Lustre، والمخدش Streak) نظرًا لأن ذرات المعدنين مرتبة ترتيبًا مختلفًا. لذا، نجد أن التعريف نص صراحة على أنه يجب أن يكون هناك بناء بلوري خاص لكل معدن.

وكما أشرنا سابقًا، هناك حاليًا قرابة ثلاثة آلاف معدن في الطبيعة أمكن التعرف عليها ومن الصعب الإلمام بها جميعًا. وللتعرف على المعدن، يجب إجراء العديد من التجارب والتحاليل وتسجيل الكثير من الملاحظات عن خصائصه الطبيعية ولتحقيق ذلك، لابد لنا من الإلمام

أولاً ببعض هذه الخصائص فنجد مثلاً أن لكل معدن صفة أو مجموعة من الصفات التي يتميز بها عن غيره فالكربون مثلاً يوجد في الطبيعة في هيئة الماس Diamond ، وكذلك في هيئة جرافيت Graphite . فالأول شفاف ويعتبر أصلد المعادن . . بينما الأخير أسود اللون ومن أقلها صلادة .

### الخصائص الطبيعية للمعادن

#### Physical Properties of Minerals

- يمكن إيجاز الخصائص الطبيعية للمعادن على النحو التالي:
- الخصائص البصرية *Optical properties*: وهي عدة صفات تعتمد أساساً على انعكاس أو امتصاص الضوء على سطح المعدن مثل: اللون Colour ، والمخدش (المحك) Streak ، والبريق Luster ، والشفافية Diaphaneity . . . الخ .
- الخصائص التماسكية *Cohesive properties*: هي مجموعة من الصفات تعتمد أساساً على مقدار وكيفية تماسك جزيئات المعدن أو ذراته مثل:
  - (الصلابة) الصلادة Hardness ، والانقسام (التشقق) Cleavage ، والانفصال Parting ، والمكسر Fracture ، والتماسكية Tenacity .
- الخصائص الحسية *Sense properties*: وهي عدة صفات تعتمد على حواس الإنسان مثل:
  - الملمس Touch ، والرائحة Odour ، والمذاق (الطعم) Taste . . . الخ .
- الثقل النوعي *Specific gravity*: تعتمد هذه الخاصية أساساً على الكثافة التي تم بها رص وترابط جزيئات المعدن وذراته بالإضافة إلى أوزانها الذرية .
- خصائص أخرى *Other properties*: مثل:
  - المغناطيسية Magnetism ، والكهربية Electricity ، والإشعاعية Radioactivity ، والإنصهارية (الحرارية) Fusibility والذوبان في الماء Solubility .

### أولاً: الخصائص البصرية *Optical Properties*

#### ١ - اللون Colour

يعتبر اللون من الصفات الطبيعية التي تساعد في التعرف على المعادن، وخاصة المعادن الفلزية ولكن في بعض الأحيان لا يمكن الاعتماد على اللون كصفة ثابتة للمعادن خاصة في المعادن اللافلزية، حيث يتم تحديد لون المعدن على أساس مظهري (فاتح - قاتم) . واللون



نوعان: فهناك اللون المتأصل (الثابت) Inherent ، وهو الذي يعتمد على التركيب العام للمعدن (اللون الأحمر للنحاس Copper ، الأخضر للملاكييت Malachite ، الأصفر للذهب Gold) ؛ وهناك اللون الدخيل Exotic ، وهو الذي يعتمد على وجود وانتشار بعض المواد الملونة أو الدخيلة سواء على هيئة شوائب أو مكتنفات Pigments or inclusions في المعدن، مثل الكوارتز Quartz الذي يكون عادة عديم اللون Colourless ، ويوجد أيضًا باللون البنفسجي (أمائيست Amethyst) لاحتوائه على آثار من التيتانيوم، أو باللون الأحمر (جسبر Jasper) لاحتوائه على آثار من الحديد.



الكبريت (Medenbach & Wilk, 1986)

ويعزى لون أي معدن إلى مقدرة ذلك المعدن على امتصاص بعض مكونات الضوء الأبيض العادي وتشتيت البعض الآخر؛ فمعدن الكبريت Sulphur مثلاً يبدو أصفر اللون لأنه يعكس الأشعة الصفراء، من مجموعة الألوان المكونة للضوء الأبيض؛ أما المعدن الأسود اللون، مثل معدن الماجنتايت Magnetite، فإنه يمتص جميع ألوان الطيف.

وهناك بعض المعادن التي لها ألوان متأصلة، وتسمى ثابتة اللون، أو اديوكروماتيك Idiochromatic، مثل الكورندم الأزرق (الياقوت الأزرق Saphire)، والكورندم الأحمر (الياقوت الأحمر Ruby)، والجالينا Galena الرمادية. أما المعادن المتعددة الألوان فتسمى اللوكروماتيك allochromatic، ومنها الفلورايت Fluorite (أزرق -



كوارتز مدخن (Medenbach & Wink, 1966)



كوارتز حليبي (Meisenbach & Wolk, 1986)

أصفر - أخضر - وردي). كما أن انتشار الشوائب أو المكتنفات قد يتم إما بشكل منتظم في المعدن أو بشكل غير منتظم على هيئة بقع أو نقط كما هو الحال في الياقوت الأزرق، أو في هيئة طبقات أو أحزمة، كما هو الحال في معدن العقيق Agate الذي يعتبر نوعاً من أنواع الكوارتز المستتر التيلور Cryptocrystalline.

وهناك بعض الظواهر الخاصة باللون تميز أحياناً عددًا قليلاً من المعادن مثل:

١ ( ظاهرة تلاعب الألوان *Play of colours*: وهي عبارة عن تغير لون المعدن نتيجة لتغير زاوية سقوط الضوء عليه، أو الانعكاس الانتقائي الذي يقوم به، أو لكليهما معا كما هو الحال في معدن الألماس Diamond.

(ب) ظاهرة تغير الألوان *Change of colours*: يمكن رؤية هذه الظاهرة في بعض أنواع معادن الفلسبار (اللابرادورايت Labradorite)، إذ يعطي المعدن عند تحريكه أمام العين الألوان الزرقاء والخضراء والحمراء، وذلك نتيجة تداخل أشعة الضوء المنعكسة من أسطح مستويات متوازية تحتوي على صفائح رقيقة من معادن أخرى يكتنفها المعدن.

(ج) ظاهرة التلوه أو التلوه *Luminescence*: تظهر هذه الخاصية إذا تعرض المعدن، خاصة في الظلام، لطاقة خارجية (كهربية - حرارية - احتكاكية أو للأشعة فوق البنفسجية)؛ عندها يصدر المعدن ضوءاً وهاباً باهراً بلون معين يختلف عن لونه الأصلي، فمثلاً يصدر معدن الكالسيت *Calcite* ضوءاً أحمر متوهجاً عند تعرضه للأشعة فوق البنفسجية.



(Medenbach & Wilk, 1986) المعشق

### والتضوء نوعان :

أماثيست (Medenbach & Wilk, 1986)

- التفلور Fluorescence حيث يتضوء المعدن في أثناء تعرضه للمؤثر الخارجي فقط، ثم يزول التضوء بزوال المؤثر الخارجي كما هو الحال بالنسبة لمعدن الفلورايت الذي يتضوء بلون وهاج يختلف عن لونه الأصلي عند وضعه على قرص حديدي ساخن .
- التفسفر Phosphorescence وهنا يستمر تضوء المعدن حتى بعد زوال المؤثر الخارجي ؛ مثال ذلك الأحجار الكريمة (الألماس - الباقوت) التي تتضوء بعد تعرضها للأشعة السينية (X-Ray).

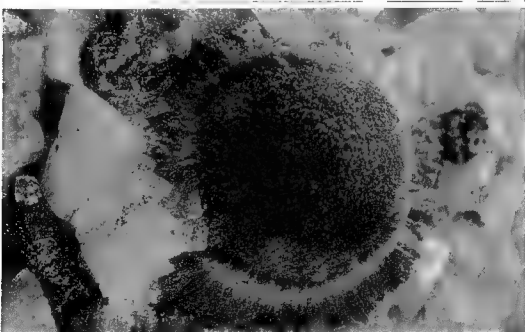


د ( التصلف Tarnish: تظهر هذه الخاصية بوضوح في معدن الكالكوبايرايت Chalcopyrite حيث تغطي القشرة الخارجية للمعدن أو سطحه الخارجي نواتج أكسدة ذات ألوان مختلفة عن لون المعدن الأصلي .

هـ) خاصية عين الهر Chatoyancy: تنتج هذه الخاصية من اختلاف الانعكاسات الضوئية على سطح المعادن اللبئية، فتظهر المعادن في لون متوهج يخطف البصر ويختلف باختلاف زاوية الرؤية فيشبه بذلك بريق عين الهر Cat's eye (أزرق) وعين النمر Tiger's eye (بني ذهبي) .

و) ظاهرة السالالة Opalescence: تنتج هذه الخاصية عن انعكاسات ضوئية داخل المعدن نظراً لوجود بعض الجزيئات المختلفة الترتيب، فيظهر المعدن باهر اللون إذا كان مصقولاً مثل حجر القمر Moonstone ؛ وخير مثال على هذا معدن الأوبال Opal.

الأزورايت (Medenbach & Wilk, 1986)



## ٢ - (المخدش) المحك Streak

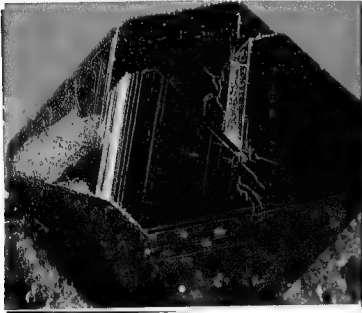
هو عبارة عن لون مسحوق المعدن. وبالإمكان التعرف على لون المسحوق بحك المعدن تحت الفحص على السطح غير المصقول لقطعة الخزف المعروفة باسم لوح المخدش Streak plate.

ومن المعروف أن صلادة قطعة الخزف حوالي (٦) وبالتالي يصعب فحص مخدش المعادن التي تزيد صلابتها عن ذلك بهذه الطريقة. كما أنه ليس من الضرورة أن يتشابه لون مسحوق المعدن مع لونه الطبيعي. فمثلاً نجد أن أكاسيد الحديد الثلاثة الرئيسة سوداء اللون ولكن لكل منها مخدشاً مميزاً؛ فالهيماتيت Hematite مخدشه أحمر طوي، بينما نجد الماجنتيت Magnetite لون مخدشه أسود، أما الجوثايت Goethite قمخدشه بني مصفر، وبالنسبة لبعض المعادن نجد أن هناك تطابقاً تاماً بين لون المخدش ولون المعدن نفسه كما هو الحال في كل من الجرافيت Graphite والملاكيت Malachite.

ومن الملاحظ أن معظم المعادن ذات البريق الفلزي لها مخدش لونه قائم قد يختلف أحياناً عن لون المعدن الأصلي. أما المعادن ذات البريق اللافلزي، فلها مخدش ذو لون أبيض أو فاتح. ولذا نجد أن خاصية المخدش ليست بالصفة التي يمكن الاعتماد عليها في التفريق بين المعادن ذات البريق اللافلزي، ولكنها أكثر فائدة عند التفريق بين المعادن ذات البريق الفلزي.



هيماتيت (Medenbach &amp; Wilk, 1986)



ماجنتيت (Medenbach &amp; Wilk, 1986)

## ٣ - البريق «اللمعان» Luster

هو مظهر سطح المعدن في الضوء المنعكس، وتعتبر زاوية سقوط الضوء من العوامل التي تتحكم في كمية الضوء المنعكس، علاوة على صفات البلورة الانكسارية والانعكاسية. ومن الممكن تصنيف البريق على أساس كمية الضوء المنعكس على سطح المعدن على النحو التالي:

( أ ) بريق باهر *Splendent*: عندما تنعكس جميع الأشعة الساقطة عليه ويظهر سطح المعدن كالمرآة.

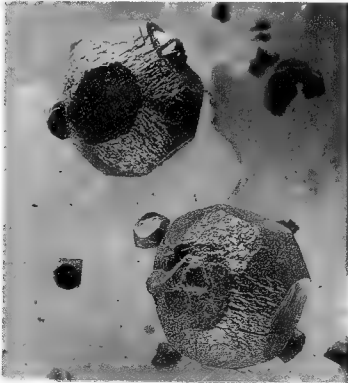
( ب ) بريق ساطع *Shining*: عندما يكون سطح المعدن أقل قدرة من سابقة على عكس الأشعة الضوئية.

( ج ) بريق لامع *Glimmering*: وهو بريق أقل درجة من النوع الساطع. ويمكن القول إن المعادن الفلزية *Metallic minerals* عادة لها بريق ساطع وتكون معتمة، بينما المعادن اللافلزية لها بريق ساطع أو ترابي، وتكون عادة شفافة.

وتنقسم المعادن جميعها تبعاً لخاصية البريق إلى قسمين رئيسين:

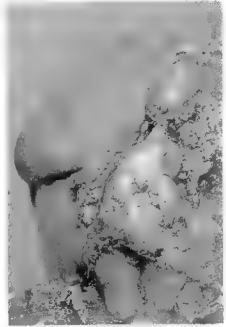
( أ ) معادن ذات بريق فلزي *Metallic luster*

( ب ) معادن ذات بريق لافلزي *Non-metallic luster*



بايرايت (Medenbach & Wilk, 1986)

ذهب (Desautles, 1974)



١ ( البريق الفلزي *Metallic luster*: هو البريق المماثل لبريق المعادن الفلزية الذي يشاهد في معادن الذهب Gold ، أو النحاس الحر Copper والجالينا Galena ، وهذه جميعها تعتبر من المعادن المعتمدة .

أما البريق الذي يشاهد في كل من معدني الروتايل Rutile والكرومايت Chromite فهو بريق ضعيف، ويسمى البريق تحت الفلزي (Sub-metallic).

ب) البريق اللافلزي *Non-metallic luster*: ينقسم هذا البريق إلى سبعة أنواع مختلفة هي :

- البريق الماسي *Adamantine luster*: مثل بريق معادن الكورندم والألماس والكبريت المتبلور، وتتميز معظم المعادن ذات البريق الماسي بصلادة عالية، وثقل نوعي مرتفع، ومعاملات انكسار عالية (١,٩ - ٢,٦) .

- البريق الزجاجي *Vitreous luster*: يعتبر البريق الناتج عن الزجاج المكسور أفضل مثال لهذا النوع، ومن المعلوم أن حوالي ٧٠٪ من المعادن لها هذا النوع من البريق، وتمتاز بأنها شفافة ومنفذة وذات

جالينا (Desautles, 1970)





معامل انكسار يتراوح ما بين (١,٣ - ١,٩)، ومن أمثلتها بريق معدني الكوارتز Quartz والتوباز Topaz. أما معدن الكالسيت Calcite ، فبريقه زجاجي ضعيف، يمكن أن يطلق عليه تحت الزجاجي Sub-vitreous.

- البريق الصمغي (الراتنجي) Resinous luster: ويشبه بريق الصمغ، ومن أمثله بريق بعض عينات الكبريت Sulphur وبريق السفاليريت Sphalerite.
- البريق اللؤلؤي Pearly luster: ويشبه بريق اللؤلؤ قشور السمك، ومن أمثله بريق معدني التلك Talc والجبس Gypsum.
- البريق الحريري Silky luster: ومن أمثله بريق الجبس الليفى Stain spar والأستوس Asbestos.
- البريق الترابي (القاتم) Earthy (dull) luster: ومن أمثله بريق الماغنيزايت Magnesite.
- البريق القاري أو الزلفي Pitchy luster: ومن أمثله بريق البتسبلند Pitchblende.

تعتبر هذه الخاصية من مدى قدرة المعدن على إنفاذ الضوء، وعلى أساسها تنقسم المعادن إلى أنواع ثلاثة هي:

١ ( معادن شفافة Transparent minerals: وهي المعادن التي تسمح برؤية الأجسام من خلالها بسهولة ووضوح، أي أنها تنفذ معظم الضوء الساقط عليها. ومن أمثلتها معدن الكوارتز من نوع البلور الصخري (Rock crystal) والكالسيت (Calcite).

ب) معادن نصف شفافة Translucent minerals: وهي المعادن التي تنفذ الضوء بكمية أقل من المعادن الشفافة، ولا تسمح برؤية الأجسام من خلالها بسهولة ووضوح، مثل معدني الكالسيدوني Chalcedony والفلورايت Fluorite.

ج) معادن معتمة Opaque minerals: وهي المعادن التي تمتص معظم الضوء الساقط عليها ولا تسمح له بالنفاذ حتى من خلال شرائحها الرفيعة، مثل معدني الهيماتايت Hematite والجالينا Galena.

#### ٤ - الشفافية Diaphanely



هي عبارة عن مجموعة من الصفات التي تعتمد على قوة ترابط جزيئات المعدن أو ذراته، وتشمل كلا من الصلادة (الصلابة) والانقسام، والتشقق، والتفاسك، والمكسر، والانفصال... الخ.

ثانياً: الخواص التماسكية  
Cohesive Properties

### ١ - (الصلادة) Hardness

هي عبارة عن قوة المقاومة التي يبديها المعدن للخدش أو الحك أو التفتيت، ومن النادر أن تتشابه قوة معدنين في صلابتهما. وقد اقترح العالم النمساوي فريدريك موهس Friedrich Mohs مقياساً للصلادة باستخدام عشرة معادن رتب على عشر درجات ثابتة (١-١٠) تميز كل درجة منها صلادة معدن معين، وقد شكلت هذه المعادن مقياس موهس للصلادة Mohs' scale of hardness، الموضح بالشكل رقم ٢.

وعموماً يمكن القول إن مقدار التدرج في مقياس موهس للصلادة غير ثابت بين المعادن العشرة المذكورة، فمثلاً نجد أن الفرق بين درجة صلادة معدني الألماس والكورندم كبير جداً، بعكس الفرق بين درجات صلادة المعادن المستخدمة في أول المقياس، وغالباً نستطيع أن نحدد مدى الصلادة التقريبي كالاتي:

ظفر الإصبع ويخدش حتى صلابة ٢,٥ - قطعة النقود النحاسية حتى ٣,٥ - قطعة الزجاج حتى ٥,٥ - ونصل السكين حتى ٦,٥.

فإن أمكن خدش أي معدن مجهول الصلادة بأي وسيلة من الوسائل السابقة تكون صلادة هذا المعدن المجهول أقل من صلادة المادة التي خدش بها؛ ويعد تحديد المدى التقريبي، يمكن اختبار المعدن المناسب من مقياس موهس لتحديد صلادة المعدن المجهول بصورة أكثر دقة.

المعدن	تركيبه الكيميائي	درجة الصلادة	الصلادة النسبية
التلك	$Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$	١	الأضعف
الجبس	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$	٢	
الكالسيت	$CaCO_3$	٣	
الفلوريت	$CaF_2$	٤	
الآباتيت	$Ca_5P_3(PO_4)_3$	٥	
الأورثوكلاز	$KAlSi_3O_8$	٦	
الكوارتز	$SiO_2$	٧	
توباز	$AlSiO_4(F, OH)_2$	٨	
الكورندوم	$Al_2O_3$	٩	
الألماس	C	١٠	الأقوى

شكل رقم (٢). لوحة توضيحية لدرجات الصلادة ومقياس موهس

وعلى وجه العموم يمكن القول إن خاصية الصلادة بالنسبة للمعادن تعتبر من الخصائص الطبيعية المهمة التي تساعد على معرفة هوية المعدن، هذا وقد سبق القول إنه من النادر أن يتشابه معدنان في مقدار الصلادة، إلا إن التغير الذي يطرأ على تركيب المعدن قد يتسبب في زيادة درجة صلادته أو نقصها عن الحد المعروف. كما تؤثر عمليات التجوية المختلفة على صلادة المعادن، ولذلك يشترط إجراء اختبار الصلادة على الأسطح الحديثة (غير المجودة)، كما يفضل عدم اختبار سطح عيب لإجراء اختبار الصلادة، حيث إن ذلك قد يؤدي إلى تفتيت تلك الحبيبات وإعطائه خدش كاذب كما هو الحال بالنسبة لمعدن الأوليفين الذي يوجد غالباً في هيئة كتل حبيبية صغيرة، كما يجب اتخاذ الحرص اللازم عند اختبار صلادة معدن ما باستخدام أحد معادن مقياس موهس والتأكد من لون المسحوق الناتج عن الخدش وأي المعدنين كان هو المخدوش.

وجدير بالذكر أن بعض المعادن قد تعطي صلادة مختلفة وفقاً لاتجاه الخدش فيها، وتسمى هذه الخاصية عدم تجاهي الصلادة Hardness Anisotropy. ومن أمثلتها معدن الكيانايت Kyanite الذي نجد أن صلادته (٤ - ٥) تقريباً في اتجاه طول البلورة (C-axis)، و(٦ - ٧) في الاتجاه العمودي عليه (B-axis).

## ٢ - الانقسام (التشقق) Cleavage

هو عبارة عن قابلية المعادن لأن تفصل أو تنقسم عند مستويات معينة منتظمة ومتوازية وذلك عند طرقها عمودياً طرقاً خفيفاً، وعادة ما تكون الأسطح الناتجة عن هذا الانقسام مستوية تقريباً، ويطلق عليها مستويات الانقسام أو التشقق Cleavage planes. ويتبع الانقسام عن كيفية رص الذرات وقوة ترابطها. وترتبط اتجاهات مستويات الانقسام ارتباطاً وثيقاً بالبناء الذري للبلورة المعدن، فتكون متوازية لمستويات ترابط ضعيفة أو لعدة مستويات بلورية محددة في المعدن. ويكون الانقسام تبعاً للدرجة كماله وسهولته على نوعين هما:

- ١ - الانقسام الجيد (الواضح) Perfect cleavage
- ب - الانقسام غير الجيد (غير الواضح) Imperfect cleavage

وتختلف اتجاهات مستويات الانقسام (التشقق) في كل معدن عن الآخر، وغالباً ما نجد المعادن تنقسم في عدد مختلف من المستويات كما هو موضح بالجدول رقم (٢) والشكل رقم (٣).

جدول رقم (٢).

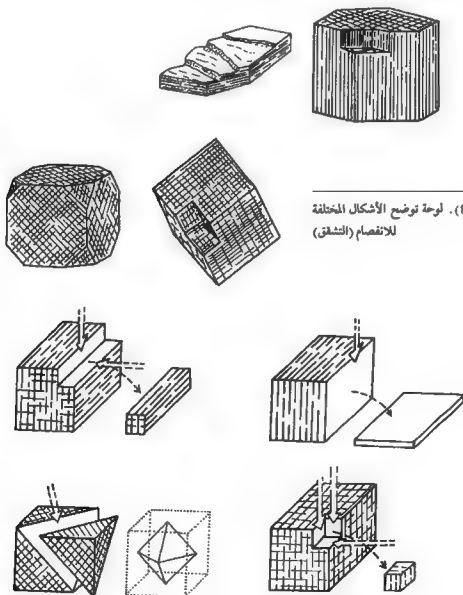
المثال	عدد مستويات الانقسام
مسكوفات	مستوى انقسام أحادي
فلسبار	مستوى انقسام ثنائي متعامدة
هورنبلند	مستوى انقسام ثنائي غير متعامدة
هاليت	مستوى انقسام ثلاثي متعامدة
كالسيت	مستوى انقسام ثلاثي غير متعامدة
فلورايت	مستويات انقسام ثنائية
سفاليرايت	مستويات انقسام سداسية
كوارتز / أوليفين	عديمة الانقسام

شكل رقم (٣). لوحة توضح مستويات الانقسام في بلورات المعادن

الشكل	المثال	عدد مستويات الانقسام
	مسكوفات	مستوى انقسام أحادي
	فلسبار	مستوى انقسام ثنائي متعامدة
	هورنبلند	مستوى انقسام ثنائي غير متعامدة
	كالسيت	مستوى انقسام ثلاثي غير متعامدة
	هاليت	مستوى انقسام ثلاثي متعامدة
	فلورايت	مستويات انقسام ثنائية
	سفاليرايت	مستويات انقسام سداسية
	كوارتز / أوليفين	لا توجد

## ٣ - الانفصال Parting

هي خاصية تفتت أو تكسر المعدن إلى أجزاء صغيرة عند مستويات ضعف في بلورة المعدن وليس لها علاقة بالبناء البلوري الداخلي للمعدن. وتتبع هذه المستويات عادة عن عوامل خارجية تعرض لها المعدن بعد تبلوره مثل الضغط والإجهاد؛ وليس من الضرورة أن تظهر جميع بلورات المعادن مستويات الضعف هذه، فقد تظهر في بلورات معدن تكون في منطقة ما، بينما لا تظهر هذه المستويات في بلورات المعدن نفسه إذا تكوّن في منطقة أخرى (شكل رقم ٤).



شكل رقم (٤). لوحة توضح الأشكال المختلفة للانقسام (التشقّق)

## ٤ - المكسر Fracture

هو عبارة عن الشكل الذي يظهر على سطح المعدن عند كسره صناعياً في اتجاهات غير تلك التي يتشقق أو ينقسم فيها، فالمعادن التي لا تتشقق تعكس أسطحها عموماً أشعة الضوء في اتجاهات مختلفة، وتتكون بها أسطح مكسر بسهولة، كما هو الحال في المواد غير المتبلورة. وهناك عدة أنواع للمكسر نذكر منها:

( أ ) المكسر المحاري (المستدير) Conchoidal fracture: نلاحظ هذا النوع من المكسر على أسطح المعادن المتجانسة التي تكون فيها قوة الروابط الداخلية متساوية في الاتجاهات كافة، فيظهر سطح المعدن المكسور خطوطاً مقوسة متمركزة تشبه إلى حد كبير خطوط النمو في الأصداف. مثال ذلك الكوارتز Quartz ، والصوان Flint والأبسديان Obsidian (وإن كانت الأخيرة صخوراً).

( ب ) المكسر المسنن (المشرش) Hackly fracture: وفيه يظهر سطح المعدن الناتج عن الكسر بروتات غير منتظمة وأسناناً حادة كما هو الحال في الخشب المكسور. ومثال ذلك النحاس الحر أو الطليق (المنصهر) Native copper.

الأبسديان (Medenbach & Wilk, 1986)



(ج) **الكسر المستوي (المسطح)** Even fracture: حيث يظهر سطح المعدن الناتج عن الكسر منبسطاً تقريباً، كما في معدن الجالينا Galena.

(د) **الكسر غير المستوي** Uneven fracture: حيث يظهر سطح المعدن خشناً وغير مستو نتيجة لوجود بعض التواءات. وهو أكثر أنواع الكسر شيوعاً في المعادن.

هي إحدى الصفات الطبيعية التي تعتمد على قوة الالتصاق أو الترابط بين ذرات المعدن في بنائه الداخلي. وتعرف بأنها مقدار مقاومة المعدن للكسر، أو الطحن أو الثني أو السحب أو الطرق؛ وهي على درجات منها:

١ ( أ ) أن يكون المعدن سهل التقشير أو القطع بسكين إلى شرائح، مثل معدني الجبس Gypsum والجرافيت Graphite. ويوصف المعدن في هذه الحالة بأنه لين Sectile، قابل للتشريح أو سهل القطع.

ب) إذا أمكن تشكيل المعدن بالطرق إلى ألواح رقيقة أو سحبه مثل معدني الذهب Gold والنحاس الحر أو الطليق Native copper، يوصف المعدن بأن له خاصية السحب أو المصحوبة Ductility.

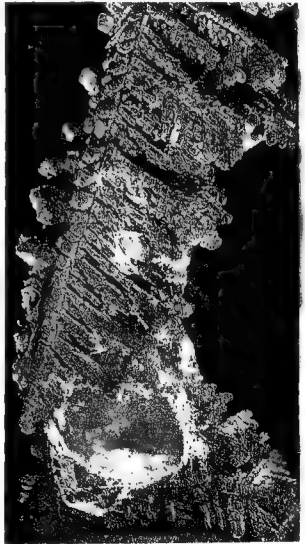
(ج) **المطروقية** Malleability، وهي خاصية استجابة المعدن للطرق دون تكسر أو تفتت، مثل معدن الفضة Silver.

(د) إذا كان المعدن قابلاً للطي أو الثني ثم يعود إلى حالته الأولى بمجرد زوال القوة المؤثرة (كما هو الحال بالنسبة لمعدني المسكوفيت Muscovite والبيوتيت Biotite) وصف المعدن بأنه مرن Elastic.

(هـ) **النتني** Flexibility، وهو قابلية شرائح المعدن أو صفائحها للانثناء دون أن تنكسر، ثم بقاؤها على تلك الحالة دون رجوعها إلى وضعها السابق حتى بعد زوال المؤثر المتسبب في عملية الانثناء، مثل معدن التلك Talc.

(و) عندما ينكسر المعدن بيسر وسهولة بالطرق الخفيف مثلاً، يوصف بأنه معدن هش Brittle، مثل معدني الكبريت Sulphur، والكاولين Kaolinite.

#### ٥ - التماسكية Tenacity



معدن الأرسينوبيرايت *Arsenopyrite* وبعض معادن الفوسفات لها رائحة خاصة ومميزة، ولا سيما عندما تتعرض للاحتكاك أو التسخين أو التنفس فوقها، ومن أهم هذه الروائح مايلي:

ثالثا : الخصائص الحسية

Sense Properties

١ - الرائحة Odour

أ ( الرائحة الطينية Argillaceous odour: وهي الرائحة التي يمكن شمها وتنبعث من الصخور الطينية الرطبة (المبللة بالماء)، مثل الكاولين *Kaolin*، وكذا معدن الاليت *Illite*.

ب) رائحة الثوم Garlic odour: وهي رائحة شبيهة برائحة الثوم تصدر عن بعض المعادن المحتوية على عنصر الزرنيخ وذلك عند حكها أو تسخينها كما في معدن الأرسينوبيرايت *Arsenopyrite*.

ج) الرائحة الكبريتية Sulphurous: وهي عبارة عن رائحة كبريتية تنبعث عند تسخين الكبريت أو بعض معادن الكبريتيدات، مثل معدن البيرايت *Pyrite*.

د) الرائحة القطرانية (البتيومينية) Bituminous odour: رائحة شبيهة برائحة القطران أو فحم البتومين.

هـ) الرائحة الفعنة (الزنيخة) Fetid odour: مثل رائحة البيض الفاسد التي تنبعث عند تسخين بعض عينات الحجر الجيري القطراني.

٢ - الطعم (المذاق) Taste

بعض المعادن لها مذاق مميز يمكن التعرف عليه عندما تذاب في قليل من الماء أو في لعاب الفم؛ ويفضل استخدام هذه الخاصية للمعادن العديمة اللون أو البيضاء. أما المعادن الملونة، فأغلبها سام. وتنقسم هذه الخاصية إلى الأنواع التالية:

أ ( مذاق قلوي Alkaline: مثل مذاق النطرون *Natron* أو الصودا الكاوية "Soda".

ب) مذاق ملحي Saline: مثل مذاق ملح الطعام، كما في معدن الهاليت *Halite*.

ج) مذاق مزر Sour: مثل مذاق الشبة.

د) مذاق مر Bitter: مثل مذاق ملح الإبسوم *Epsom salt*.

هـ) مذاق مرطب Cooling: مثل مذاق أملاح النتر *Nitre*.

٣ - اللمس Touch

هو عبارة عن التأثير الحادث نتيجة تناول العينة أو لمسها باليد، ويوصف اللمس بأنه:



١) ناعم Smooth: وهو ملمس المعدن عندما يكون سطحه أملس، مثل معدن الأوبال Opal.

ب) خشن Harsh: وهو الملمس الذي تشعر به عند مرور أصابع اليد على ورق الصنفرة Sand paper، مثل ملمس معدن الأوليفين Olivine الذي يوجد عادة على هيئة كتل حبيبية صغيرة.

ج) دهني Greasy: وهو الملمس الذي تشعر به عند إمرار أصابع اليد على أعمدة الشموع، مثل ملمس معدني التلك Talc والسيربتين Serpentine.

هو عبارة عن النسبة بين كتلة المعدن وكتلة جسم مساوٍ له من الماء عند درجة حرارة تساوي ٤ درجات مئوية؛ وتعتبر هذه الصفة من أهم الصفات الطبيعية للمعادن، وبصفة عامة يمكن القول إن المعادن الفلزية أثقل من المعادن اللافلزية. ويتم تحديد الثقل النوعي لأي معدن بتطبيق المعادلة التالية:

$$\text{الثقل النوعي للمعدن} = \frac{\text{حـ}}{\text{حـ} - \text{هـ}} \text{ جم / سم}^3$$

حيث حـ = وزن المعدن في الهواء، هـ = وزن المعدن في الماء. ومن المعروف أن الثقل النوعي للمعدن لا يتوقف على تركيبه الكيميائي فحسب بل أيضاً على بنائه البلوري، فيتغير الثقل النوعي تبعاً للطريقة التي رصت بها الذرات المكونة للمعدن. فمثلاً نجد أن الثقل النوعي للألماس هو (٣,٥) جم/سم<sup>٣</sup>، في حين أن الثقل النوعي للجرافيت هو (٢,٣) جم/سم<sup>٣</sup> على الرغم من أن التركيب الكيميائي لكليهما واحد (وهو الكربون)؛ إلا أن بناءهما البلوري مختلف، فهو في الألماس مكعب، بينما هو في الجرافيت سداسي. وهكذا الحال بالنسبة لمعادن السيلكا الثلاثة.

جدول رقم (٣). الصفات المختلفة لمعادن السيلكا الثلاثة

المعدن	التركيب الكيميائي	الشكل البلوري	الثقل النوعي
الكوارتز Quartz	SiO <sub>2</sub>	ثلاثي Trigonal	٢,٦٥
الكريستوباليت Cristobalite	SiO <sub>2</sub>	مكعب Cubic	٢,٣٢
تريديميت Tridymite	SiO <sub>2</sub>	معين قائم Orthorhombic	٢,٢٦

رابعاً: الثقل النوعي (الوزن النوعي)  
Specific Gravity

وعند الدراسة الأولية، يتم التعرف على الثقل النوعي التقريبي بحمل عينة المعدن باليد؛ ومعروف أن متوسط الثقل النوعي للمعادن اللافلزية Non-metallic هو (٣,٧) جم/سم<sup>٣</sup>، وهو للمعادن الفلزية Metallic حوالي (٥) جم/سم<sup>٣</sup>. وعليه يمكن استخدام المقياس التقريبي التالي لوصف الوزن النوعي للمعادن: -

- (أ) خفيف Light: مثل معدن الجرافيت Graphite (٢,٣) جم/سم<sup>٣</sup>.  
 (ب) متوسط Average: مثل معدن الكوارتز Quartz (٢,٦٥) جم/سم<sup>٣</sup>.  
 (ج) ثقيل Heavy: مثل معدن الباريت Barite (٤,٥) جم/سم<sup>٣</sup>.  
 (د) ثقيل جدًا Very heavy: مثل معدن الجالينا Galena (٧,٦) جم/سم<sup>٣</sup>.

جدول رقم (٤). الثقل النوعي لبعض المعادن الشائعة

الاسم المعدن	الثقل النوعي	اسم المعدن	الثقل النوعي
Gypsum الجبس	٢,٣٢	Pyrite البيرايت	٥,٠٢
Orthoclase الأورثوكليز	٢,٥٧	Arsenopyrite الأرسينوبيرايت	٦,٠٧
Quartz الكوارتز	٢,٦٥	Cassiterite الكاسيتيرايت	٦,٦٥
Calcite الكالسيت	٢,٧١	Galena الجالينا	٧,٥٠
Fluorite الفلورايت	٣,١٨	Cinnabar السينبار	٨,١٠
Topaz التوباز	٣,٥٣	Copper النحاس	٨,٩
Corundum الكورندوم	٤,٠٢	Silver الفضة	١٠,٥
Barite البارايت	٤,٤٥	Gold الذهب	١٩,٣

من المعروف أن معظم معادن الحديد لها خصائص مغناطيسية، ولكن لا يمكن القول إن هذه قاعدة ثابتة، فمثلاً نجد أن معدني الماجنتايت Magnetite والبيرهوتيت Pyrrhotite ينجذبان إلى قطب المغناطيس اليدوي العادي Bar magnet، بينما لا ينجذب معدن الهيماتيت Hematite إلى المغناطيس، علاوة على أن هناك معادن تنفر من المغناطيس مثل معدن الزركون (الزركون) Zircon.

خامساً: خصائص أخرى

#### Other Properties

#### ١ - الصفات المغناطيسية

#### Magnetic Properties

وعلى أساس هذه الخاصية، يمكن فصل المعادن ذات الخصائص المغناطيسية المختلفة باستخدام المغناطيس الكهربائي Franz Isodynamic Separator ، حيث يمكن التحكم في المغناطيسية الكهربائية وتغييرها إلى درجات متفاوتة، وبذلك يمكن فصل المعادن ذات الدرجة المغناطيسية المختلفة، كما هو الحال في تركيز معدن الماجنتايت وفصله من الأباتيت مثلاً؛ ولكن في مجال دراستنا الأولية يكفي استخدام المغناطيس اليدوي .

من المعادن ما يوصف بأنه جيد التوصيل الكهربائي، مثل الذهب والفضة والألماس والنحاس الخرمعظم معادن الكبريتيدات، حيث تكتسب هذه المعادن شحنات كهربائية عند تعرضها للاحتكاك أو التذليل فتلتقط الأشياء الخفيفة مثل قصاصات الورق أو القطع الصغيرة من القش. وفي الوقت نفسه نجد أن معادن السيليكات موصلة رديئة للكهرباء.

#### ١- الصفات الكهربائية Electric Properties

هذا ويتم فصل المعادن القابلة للتكهرب عن غيرها بطريقة تسمى الفصل الكهروستاتيكي Electrical separation process.

بعض المعادن، مثل التورمالين Tourmaline ، عندما تسخن تتولد عليها شحنات كهربائية مختلفة عند طرفي البلورة، وتعرف هذه الخاصية باسم Pyroelectricity. وهناك معادن أخرى مثل الكوارتز Quartz تتولد عليها الشحنات الكهربائية المختلفة عند طرفي البلورة وذلك عند تعرضها للإجهاد، وتعرف هذه الخاصية باسم Piezoelectricity.

تمتاز بعض المعادن بخاصية إطلاق إشعاعات وجسيمات متطابقة نتيجة للتحلل الذاتي للنراتها. فبينما يعتبر البوتاسيوم من العناصر ذات الإشعاع الذري الضعيف، يعتبر اليورانيوم من العناصر ذات الإشعاع القوي. ويمكن الكشف عن هذه الخاصية بأجهزة خاصة مثل عدادات جييجر Geiger counters ، أو عدادات الوميض Scintillometer. ومن أهم المعادن المشعة اليورانينيت Uraninite ، والبشبلند Pitchblende ، والثوريث Thorite ، وغيرها.

#### ٣ - الإشعاع الذري Atomic Radiation

## ٤ - الانصهارية Fusibility

تساعد هذه الخاصية في التعرف على المعادن، حيث إن غالبية المعادن لها درجة انصهار ثابتة إذا كانت نقية. فالبلاطين مثلاً ينصهر عند درجة ١٧٥٥°م، والذهب عند درجة ١٠٦٢°م، بينما تنصهر الفضة عند درجة ٩٦٠°م.

## ٥ - الذوبان في الماء Solubility

معدن الهاليت Halite وعدة معادن أخرى قابلة للذوبان في الماء العادي أو في محاليل حمضية أخرى. فمثلاً نجد أن معدن الكالسيت Calcite يذوب في محلول مخفف بارد من حمض الهيدروكلوريك (HCl) مصحوباً بفقاعات عملة بغاز ثاني أكسيد الكربون.

## التصنيف العام للمعادن

## Classification of Minerals

هناك عدة طرق لتصنيف المعادن، منها ما له أهمية في تسمية الصخور المتبلورة كأن تصنف المعادن إلى أساسية Essential وأخرى تعرف بالإضافة Accessories وهذه ليس لها أهمية في تسمية الصخور. وهناك من المعادن ما يعرف بالمعادن الثابتة (مثل الكوارتز) وهي التي يظل تركيبها الكيميائي ثابت لا يتأثر بالتجوية الكيميائية مهما طال الزمن. ومنها غير الثابت وهي المعادن التي تتأثر بالعوامل الطبيعية، مثل معدن الفلسبار. كما أنه يمكن تقسيم المعادن إلى أولية Primary وثانوية Secondary؛ الأولى توجد بحالتها الطبيعية التي تكونت بها، والثانية هي الناتجة عن تحلل معدن آخر، مثل الكلورايت الناتج عن تحلل الميكا والمورنبلند والكاولين الناتج عن تحلل معدن الفلسبار.

وسوف نكتفي في هذه الدراسة باتباع طريقة تصنيف المعادن على أساس تركيبها الكيميائي، وكذا تركيب الشق الحمضي فيها (تقسيم دانا) Dana's classification. وعلى هذا الأساس تُصنّف المعادن إلى سبع مجموعات هي مايلي:

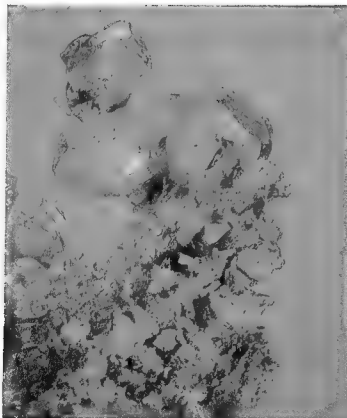
## ١ - مجموعة المعادن العنصرية (الحرّة)

## Native Elements Group

وهي المعادن التي توجد كعناصر حرّة غير متحدة مع غيرها في الطبيعة، ومن أشهرها الذهب (Au) والفضة (Ag)، ويوجدان عادة بجوار مناطق النشاط الناري. أما الألماس (C)، فيتبلور من الصحارة تحت ظروف عالية من الضغط والحرارة؛ وعلى الرغم من أن الجرافيت له تركيب الألماس (C) نفسه، إلا أنه يتكون في الصخور المتحولة... ومن الأمثلة الأخرى لهذه المجموعة نذكر المعادن التالية:

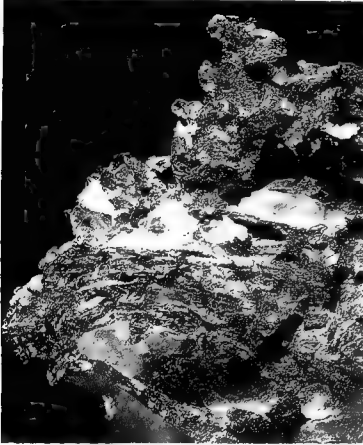


الفضة (Medenbach & Wink, 1986)



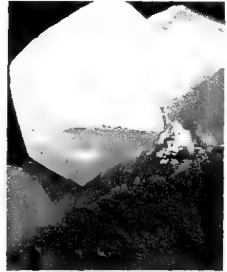
النيحاس (Desautels, 1974)

الحديد (Fe) ، والبلاتين (Pt) ، والبزموت (Bi) ، والرصاص (Pb) ،  
والكبريت (S) ، والزرنيخ (As) ، والنحاس (Cu) والزنك (Zn) ، والزرنيخ (Hg).



الذهب (Medenbach & Wilk, 1986)

الكبريت (Medenbach & Wilk, 1986)



من أكثر الأكاسيد الفلزية انتشاراً في الطبيعة أكاسيد الحديد فمعدن  
الماجنيتايت Magnetite (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>) أسود اللون ويتبلور من الصهارة تحت  
درجات عالية من الضغط والحرارة. بينما نجد معدن الهيماتيت (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)  
Hematite لونه رمادي أسود ويحدثه أحمر، والجيوتيت FeO.(OH)  
Goethite لونه أصفر، وكلاهما يكثر على سطح الأرض ويعود سبب  
الألوان الحمراء، والبنية والصفراء إلى وجود العديد من الصخور  
الرسوبية لهذه الأكاسيد. كما أن أكسيد السيليكون أو معدن الكوارتز  
(SiO<sub>2</sub>) ، وإن كان يعتبر أكثر الأكاسيد على الإطلاق انتشاراً في الطبيعة  
إلا أنه أحياناً يتم تصنيفه ضمن معادن السيليكات. ومن أمثلة هذه  
المجموعة كذلك الأكاسيد التالية: السبينيل Spinel (MgAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) ،  
الكرومايت Chromite (FeCr<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) ، الأوبال Opal (SiO<sub>2</sub>.nH<sub>2</sub>O) ،

## ٢ - مجموعة معادن الأكاسيد Oxide Minerals Group

الكورندم  $(Al_2O_3)$  Corundum ، الميناييت  $(FeTiO_3)$  Ilmenite  
والجيوثايت  $FeO(OH)$  Goethite

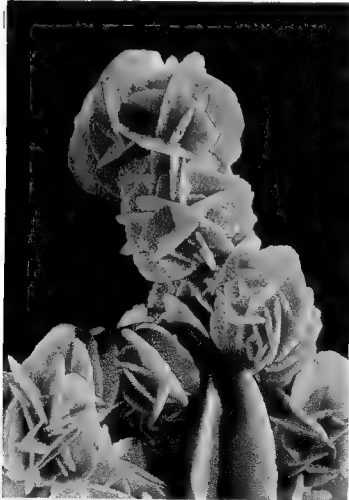
هي عبارة عن معادن تكونت غالباً فوق سطح الأرض من محاليل  
مائية نتيجة لاتحاد عناصرها مع مجموعة الكبريتات، ومن أهمها معدن  
الجبس  $Gypsum$  الذي يحتوي في تركيبه على جزءين من الماء  
 $(CaSO_4 \cdot 2H_2O)$ ، بينما لا يحتوي الأنهدرايت  $Anhydrite$  على الماء  
 $(CaSO_4)$ . ومن أمثلتها أيضاً معدن الباريت  $Barite$   $(BaSO_4)$ .

### ٣ - مجموعة معادن الكبريتات Sulphate Minerals Group

هي المعادن التي تتحد عناصرها مع شق الفوسفات، وهي عادة  
معادن رسوبية عضوية، من أشهرها معدن الأباتيت  $Apatite$   
 $Ca_5(PO_4)_3F$ .

### ٤ - مجموعة معادن الفوسفات Phosphate Minerals Group

جبس (Medenbach & Wilk, 1986)



كوارتز (Medenbach & Wilk, 1986)





بارايت (Medenbach & Wills, 1986)

#### ٥ - مجموعة معادن الكبريتيدات Sulfide Minerals Group

هي المعادن التي يتحد فيها عنصر الكبريت مع عناصر أخرى، ومن أمثلتها: السفاليريت (ZnS) الذي يحتوي على الزنك، والجالينا (PbS) الذي يحتوي على الرصاص، والبارايت (FeS) الذي يعرف باسم الذهب الكاذب بسبب لونه الأصفر. ومن أمثلتها أيضاً: الموليدنايت (MoS<sub>2</sub>) ، الأرزينايت (CuFeS<sub>2</sub>) ، الكالكوبايت (Cu<sub>7</sub>S).

#### ٦ - مجموعة معادن الهاليدات Halide Minerals Group

هي المعادن التي تتحد عناصرها مع كل من: الكلور، والفلور، والبروم، واليود ومن أشهرها ملح الطعام Halite (NaCl) ، الفلورايت (CaF<sub>2</sub>).

#### ٧ - مجموعة معادن الكربونات Carbonate Minerals Group

هي المعادن التي تتحد عناصرها مع شق الكربونات . ومن أكثرها انتشاراً معدنا الكالسيت Calcite (CaCO<sub>3</sub>) ، والدولوميت CaMg(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> Dolomite ، ويعتبران أيضاً من الصخور الرسوبية الكيميائية. ومن أمثلة هذه المجموعة أيضاً المعادن التالية: أراجونايت Aragonite (CaCO<sub>3</sub>) ، الملاكايت Malachite (Cu<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>.nH<sub>2</sub>O) ، الماغنيزايت Magnesite (MgCO<sub>3</sub>) ، الأزورايت Azurite (2CuCO<sub>3</sub>.Cu(OH)<sub>2</sub>).



من المعروف أن معظم المكونات الرئيسة للصخور النارية ولعدد من الصخور المتحولة والرسوبية هي معادن سيليكاتية . . . ويمكننا القول إن هذه المعادن تشكل ما يقارب ٩٠٪ من القشرة الأرضية . . . كما

## ٨ - مجموعة معادن السيليكات

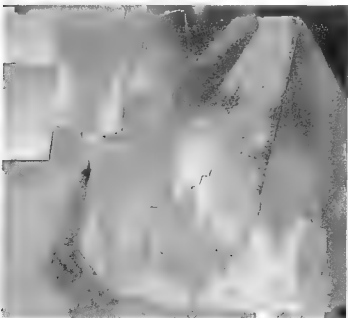
### Silicate Minerals Group



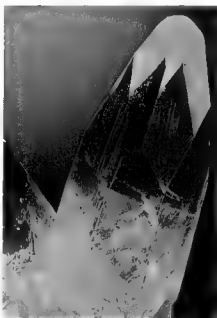
جالينا (Medenbach & Wilk, 1986)



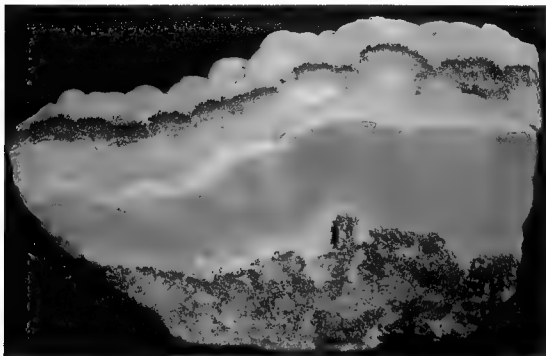
أبيتيت (Medenbach & Wilk, 1986)



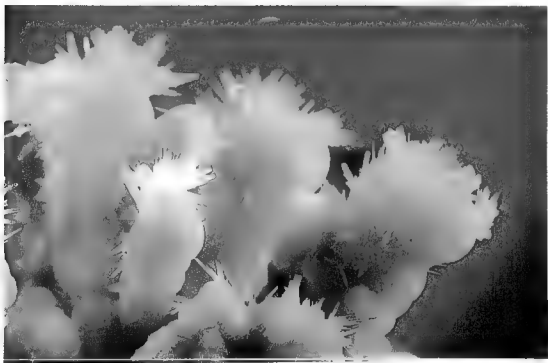
فلورايت (Medenbach & Wilk, 1986)



كالسيت (Medenbach & Wilk, 1986)



سپینولیت (Medenbach & Wilk, 1986)



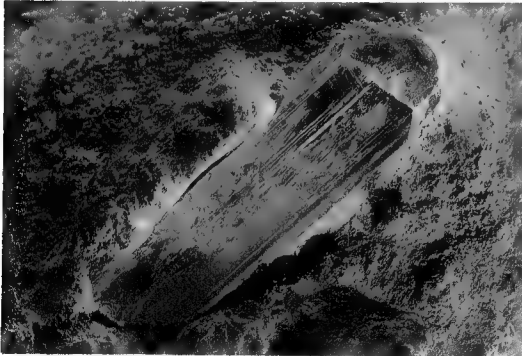
أراجونایت (Medenbach & Wilk, 1986)

يلاحظ أن تركيبها الجزيئي أكثر تعقيداً من معظم معادن المجموعات الأخرى، ففي هذه المعادن، ترتبط العناصر بوحدة بنائية أساسية هي تتراهيدرا (رباعي الأوجه) السيلكا، وتتمثل في ذرة سيلكون واحدة موجبة الشحنة محاطة بأربع ذرات أكسجين سالبة الشحنة عند أركان رباعي الأوجه Tetrahedron. ويعزى الاختلاف بين معادن السيلكات إلى الطريقة التي ترتبط بها هذه التتراهيدرا (رباعي الأوجه Tetrahedron) وترتيبها. ومن ثم يستخدم هذا التباين في تصنيفها على النحو التالي:

#### ١) سيليكات رباعي الأوجه المنفرد

{ نيزوسيليكات Nesosilicates }

وفيها يتم ربط رباعيات الأوجه المكونة للشق السيليكاتي بأيونات فلزية ثنائية التكافؤ مثل الحديد والمنغنسيوم. وفيها تكون نسبة السيلكون إلى الأكسجين ١ : ٤ ، ومن أمثلتها الأوليفين Olivine  $(MgFe)_2SiO_4$  ، الكيانايت Kyanite  $(Al_2SiO_5)$  ، الزيركون Zircon  $(ZrSiO_4)$  والأندوسايت  $(Al_2SiO_5)$ .



### ب) سيليكات رباعي الأوجه المزدوجة

(Sorosilicates)

وفيها تكون نسبة السيليكون إلى الأكسجين ٢:٧؛ حيث يقتسم اثنان من رباعيات الأوجه ذرة أكسجين ليعطيا أيونا  $(Si_2O_7)$ . ومن أمثلتها الإبيدوت  $Ca_2(AlFe)_3Si_3O_{12}(OH)$  Epidote.

### ج) سيليكات رباعي الأوجه الحلقية

(Cyclosilicates)

وفيها يرتبط ثلاثة أو أربعة أو ستة من رباعيات الأوجه عن طريق اقتسام ٣-٤ ذرات أكسجين لتكون حلقة. وتكون نسبة السيليكون إلى الأكسجين ١:٣؛ ومن أمثلتها: البريل  $(Be_3Al_2Si_6O_{18})$  Beryl.

### د) سيليكات رباعي الأوجه المسلسلة

(Inosilicates)

يتم الارتباط بين وحدات رباعي الأوجه على هيئة سلسلة غير محددة الامتداد منفردة Single chain أو مزدوجة Double chain. في الأولى تكون نسبة السيليكون إلى الأكسجين ١:٣؛ وتتبعها مجموعة البيروكسين، ومن أمثلتها معدن الانستاتيت Enstatite  $(MgSiO_3)$ ، ومعدن الهايبرثين Hypersthene  $(MgFe)SiO_3$ . أما في السلسلة المزدوجة، فتكون نسبة السيليكون إلى الأكسجين (٤:١١)؛ وتتبعها مجموعة الأمفيبول، ومن أمثلتها معدن الهورنبلند Hornblende، ومعدن التريمولايت Tremolite  $Ca_3Mg_5(Si_4O_{11})_2(OH)_2$ .

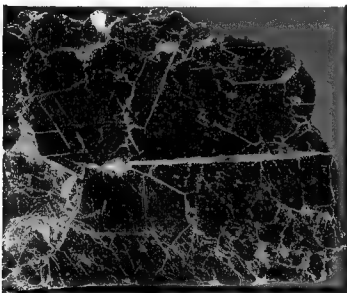
### هـ) سيليكات رباعي الأوجه الصفائحية

(Phyllosilicate)

يتم ارتباط الوحدات  $(SiO_4)$  عن طريق اقتسام ثلاث ذرات أكسجين مع الوحدات المجاورة لها، وتمتد في الاتجاهين مكونة صفيحة مسطحة غير متناهية الامتدادات، وفيها تكون نسبة السيليكون إلى الأكسجين (٢:٥)؛ وتتبعها مجموعة الميكا، ومن أمثلتها معدن الماسكوفائيت (الميكا البيضاء) Muscovite  $KAl_3Si_3O_{10}(OH)_2$ ، ومعدن البيوتائيت (الميكا السوداء) Biotite  $K(MgFe)_3AlSi_3O_{10}(OH)_2$ .



مسكوفائيت (Mondadori, 1983)



بيونائيت (Mondadori, 1983)

### (و) سيليكات رباعي الأوجه الشبكية (تكتوسيليكات Tectosilicates)

تكون نسبة السيليكون إلى الأكسجين (٢:١)؛ ويشتمل هذا النوع من رباعي الأوجه على أكبر عدد من معادن السيليكات. ويلاحظ أن الاتصال بين رباعيات الأوجه ( $\text{SiO}_4$ ) يتم من خلال اقتسام ذرات الأكسجين الأربع لتكون لدينا شبكة ثلاثية الأبعاد تمتد في الاتجاهات كافة ومن أمثلتها:

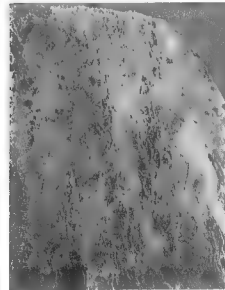
مجموعة معادن السيليكا  $\text{SiO}_2$  : ومن أمثلتها كوارتز Quartz (الفا - بيتا). التريديمايت Tridymite ، الكريستوباليت Cristobalite.

مجموعة الفلسبارات Feldspar group: ومن أمثلتها فلسبار بوتاس ارتوكليز  $\text{KAlSi}_3\text{O}_8$  Orthoclase . الخ .  
- بلاجوكليز (صودي - كلسي) الألبايت  $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$  Albite الأنورثايت  $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$  Anorthite

مجموعة أشباه الفلسبار Feldspathoid group: ومن أمثلتها النفلين  $3\text{NaAl}(\text{SiO}_3)_2\text{NaCl}$  Sodalite والصوداليت  $\text{NaK}(\text{AlSi}_3\text{O}_8)$  Nepheline والليوسايت Leucite  $\text{KAlSi}_2\text{O}_6$ .





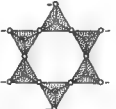

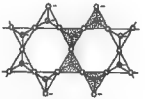
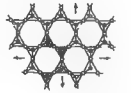
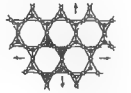
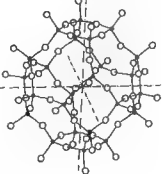
ميكروكلين (Desautels, 1974)








صوداليت (Mondadori, 1983)

تورمالين (Medenbach & Wilk, 1986)

جدول رقم (٥). تصنيف رباعيات الأوجه السيليكانية  $\text{SiO}_2$  وأئثلة من المعادن السيليكانية

مجموعة السيليكات	المعدن	التركيب الكيميائي	الوضع الفراغي لرباعيات الأوجه ونسبة الأكسجين : السيليكا
سيليكات رباعي الأوجه المنفردة Nesosilicates	الأوليفين Olivine	$(\text{MgFe})_2\text{SiO}_4$	٤ : ١ 
سيليكات رباعي الأوجه لزوجية Sorosilicates	الأبيدوت Epidote	$\text{Ca}_2(\text{AlFe})_3\text{Si}_3\text{O}_{12}(\text{OH})$	٧ : ٢ 
سيليكات رباعي الأوجه الحلقية Cyclosilicates	البريسل Beryl	$\text{Be}_3\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$	٢ : ١ ٨ : ٦ 
سيليكات رباعي الأوجه المسلسلة Inosilicates	البيروكسين Pyroxene	$(\text{MgFe})\text{SiO}_3$	٣ : ١ 
أ - سلسلة منفردة Single	المورزبلند Hornblende	Complex $\text{CaNaMgFeAl}$ silicate	١ : ٤ 
ب - سلسلة مزدوجة Double	المسكوفيت Muscovite	$\text{KAl}_2\text{Si}_2\text{O}_{10}(\text{OH})_2$	٨ : ٢ 
سيليكات رباعي الأوجه الصفائحية Phyllosilicates	البيوتيت Biotite	$\text{K}(\text{MgFe})_3\text{AlSi}_3\text{O}_{10}(\text{OH})_2$	
سيليكات رباعي الأوجه الشبكية Tectosilicates	الأورثوكلاز Orthoclase	$\text{KAlSi}_3\text{O}_8$	٢ : ١ 
	البلاجيوكلاز Plagioclase	$(\text{CaNa})\text{AlSi}_3\text{O}_8$	

جدول رقم (٦) - خصائص وتركيب ووجود المعادن الشائعة في الصخور

الاسم	التركيب الكيميائي	اللون	الريق	الصلابة	الانقسام	الشكل	الوزن النوعي	صخور نارية	صخور رسوبية	صخور متحولة
الأوليفين Olivine	$(MgFe)_2SiO_4$	زيتوني	زجاجي	٧	غير واضح	حبيبات صغيرة	٣,٨	●		
البيروكسين Pyroxene	$Ca(MgFe)Si_2O_6$	أخضر مسود	زجاجي	٥,٥	انقسام بلورات سداسية		٣,٣	●		●
المورزبلند Hornblende	Complex $CaNaMgFe$ Al silicates	أسود	زجاجي	٥,٥	انقسام بلورات مستطيلة		٣,٣	●		●
البيروثايت Biotite	Complex hydro K Mg FeAl silicates	بني مسود	زجاجي	٣	انقسام واحد		٣	●	●	●
الكوارتز Quartz	$SiO_2$	عديم اللون	زجاجي	٧	غير واضح	كتلي	٢,٦	●●	●●	●
الفلسبار Na - Ca	(Na - Ca) Aluminosilicates	أبيض	زجاجي	٦	انقسام	كتلي	٢,٧	●●	●	●
K - Na	(K - Na) Aluminosilicates	وردي	زجاجي	٦	كتلي		٢,٧	●●	●	●
المسكوفيت Muscovite	Hydro K Al silicates	عديم اللون	زجاجي	٢,٥	صفائح		٢,٩	●	●	●
الكاليت Calcite	$CaCO_3$	أبيض	زجاجي	٣	ثلاثة انقسامات	متبلور	٢,٧	●	●	●
الدولوميت Dolomite	$CaMg(CO_3)_2$	أبيض	زجاجي	٣,٥	متبلور		٢,٩	●	●	●
الجبس Gypsum	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$	أبيض	زجاجي	٢	انقسام واحد	ألياف	٢,٣	●	●	●
الهاليت Halite	$NaCl$	عديم اللون	زجاجي	٢,٥	ثلاثة انقسامات حبيبي	٢,٢	●	●	●	●
الكالوريت Chlorite	Hydrous MgFeAl silicate	أخضر	زجاجي	٢,٥	انقسام واحد	صفائح	٢,٨	●	●	●
الجارنت Garnet	$MgFeAlCa$ silicates	بني غمر	زجاجي	٧	لا يوجد	كتلي	٤	●	●	●
السيربينتين Serpentine	Hydrous Mg silicates	أخضر قاتم	حريري	٤	لا يوجد	صفائح	٢,٤	●	●	●

●● موجود في أغلب الصخور

● شائع الوجود

● نادر الوجود



تقسيم المعادن حسب التركيب الكيميائي تنقسم المعادن من حيث تركيبها الكيميائي إلى عدة مجموعات هي :

١ - مجموعة المعادن العنصرية الطليقة وتضم المعادن التي توجد في هيئة عناصر في الطبيعة ومن أمثلتها :

Antimony	(Sb)	الأنتيمون	Native Elements Group
Arsenic	(As)	الزرنيخ	
Bismuth	(Bi)	البيزموث	
Copper	(Cu)	النحاس	
Diamond	(C)	الألماس	
Gold	(Au)	الذهب	
Graphite	(C)	الجرافيت	
Iron	(Fe)	الحديد	
Lead	(Pb)	الرصاص	
Mercury	(Hg)	الزئبق	
Platinum	(Pt)	البلاتين	
Silver	(Ag)	الفضة	
Sulphur	(S)	الكبريت	

٢ - مجموعة معادن الكبريتيدات وتضم المعادن التي يتحد فيها الكبريت مع العناصر الأخرى ، ومن أمثلتها :

Arsenopyrite	FeAsS	أرزنوباييريت	Sulphide Minerals Group
Chalcocite	Cu <sub>2</sub> S	كالكوسايت	
Chalcopyrite	CuFeS <sub>2</sub>	كالكوپايريت	
Cinnabar	HgS	سينبار	
Galena	MoS <sub>2</sub>	جالينا	
Molybdenite	FeS <sub>2</sub>	موليبدونيت	
Pyrite	FeS	بايرايسيت	
Sphalerite	ZnS	سفاليرايت	

٣ - مجموعة معادن الأكاسيد وتضم المعادن الناتجة عن اتحاد الأكسجين بالعناصر الأخرى ، ومن أمثلتها :

Cassiterite	SnO <sub>2</sub>	كاسيتيرايت	Oxide Minerals Group
Chromite	FeCr <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	كرومايت	
Corundum	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	كورندوم	
Limonite	2Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ·3H <sub>2</sub> O	ليمونايت	
Magnetite	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	ماجنتايت	
Pyrolusite	MnO <sub>2</sub>	بيرولوسايت	
Rutile	TiO <sub>2</sub>	روتيل	
Zincite	ZnO	زنكيت	

Fluorite	$\text{CaF}_2$	فلورايت	٤ - مجموعة معادن الهاليدات
Halite	$\text{NaCl}$	هاليت	Halide Minerals Group

وتتضمن المعادن التي يتحد في شقها الفوسفات، ومن أمثلتها:			
Apatite	$\text{Ca}_5\text{F}(\text{PO}_4)_3$	إباتيت	٥ - مجموعة معادن الفوسفات Phosphate Minerals Group

وتتضمن المعادن التي تتحد عناصرها مع شق الكربونات، ومن أمثلتها:			
Aragonite	$\text{CaCO}_3$	أراجونايت	٦ - مجموعة معادن الكربونات Carbonate Minerals Group

Aragonite	$\text{CaCO}_3$	أراجونايت
Azurite	$\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$	أزورايت
Calcite	$\text{CaCO}_3$	كالسيت
Dolomite	$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$	دولومايت
Magnesite	$\text{MgCO}_3$	ماجنيزايت
Malachite	$\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2$	ملاكيت
Siderite	$\text{FeCO}_3$	سيديرايت
Smithsonite	$\text{ZnCO}_3$	سمثسونيت

وتتضمن المعادن التي تتحد عناصرها مع الكبريتات ومن أمثلتها:			
Anhydrite	CaSO <sub>4</sub>	أنهيدرايت	٧ - مجموعة معادن الكبريتات Sulphate Minerals Group
Barite	BaSO <sub>4</sub>	بارايت	
Gypsum	CaSO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O	جبس	

هي المعادن التي تتكون نتيجة اتحاد مجموعة (جلر) السيلكا مع عنصر أو أكثر، وفقاً للعلاقة التركيبية والنسبة بين عنصري السيلكون والأكسجين، وقد أمكن تقسيم هذه المعادن إلى ست مجموعات رئيسية هي:			
٨ - مجموعة معادن السيليكات Silicate Minerals Group			

## ١ ( ) نيزوسيليكات Nesosilicates

Andalusite	$\text{Al}_2\text{SiO}_5$	اندالوسايت
Kyanite	$\text{Al}_2\text{SiO}_5$	كيانايت
Olivine	$(\text{MgFe})_2\text{SiO}_4$	أوليفين
Sillimanite	$\text{Al}_2\text{SiO}_5$	سليمانايت

Staurolite	$\text{Fe}_2\text{Al}_9\text{O}_6(\text{SiO}_3)_2(\text{O.OH})_2$	شتوروليت
Topaz	$\text{Al}_2\text{SiO}_4(\text{FOH})_2$	توباز
Zircon	$\text{ZrSiO}_4$	زيركون

#### ب ( سوروسيليكات Sorosilicates

وفيها تكون نسبة السيليكون إلى الأكسجين ٢ : ٧ ؛ ومن أمثلتها  
المعادن التالية :

Epidote	$\text{Ca}_2(\text{Al,Fe})_3\text{Si}_3\text{O}_{12}(\text{OH})$	إبيدوت
---------	--	--------

#### ج ( سيكوسيليكات Cyclosilicates

وفيها تكون نسبة السيليكون إلى الأكسجين ١ : ٣ ؛ ومن أمثلتها  
المعادن التالية :

Beryl	$\text{Be}_3\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$	بيريل
-------	--	-------

تورمالين ( مجموعة معادن لها تركيب معقد )  
Tourmaline

#### د ( إينوسيليكات Inosilicates

وفيها تكون نسبة السيليكون إلى الأكسجين ١ : ٣ في السلاسل  
المنفردة ؛ ومن أمثلتها المعادن التالية

Augite	$(\text{Ca Na})(\text{Mg Fe Al})(\text{Si Al})_2\text{O}_6$	أوجايت
--------	---	--------

Diposide	$\text{Ca Mg Si}_2\text{O}_6$	دايوسايد
----------	-------------------------------	----------

Enstatite	$\text{Mg SiO}_3$	انستاتايت
-----------	-------------------	-----------

Hypersthene	$(\text{MgFe})\text{SiO}_3$	هايرثين
-------------	-----------------------------	---------

وفي السلاسل المزدوجة تكون النسبة بينها ٤ : ١١ ؛ ومن أمثلتها :

Homblende complex	$\text{Ca Na Mg Al OH silicate}$	هورنبلند
-------------------	----------------------------------	----------

#### هـ ( فيلوسيليكات Phyllosilicates

وفيها تكون نسبة السيليكون إلى الأكسجين ٢ : ٥ ؛ ومن أمثلتها :

Biotite	$\text{K}(\text{Mg Fe})_3\text{AlSi}_3\text{O}_{10}(\text{OH})_2$	بيوتايت
---------	---	---------

Muscovite	$\text{KA}_3\text{Si}_3\text{O}_{10}(\text{OH})_2$	مسكوفائيت
-----------	--	-----------

Serpentine	$\text{Mg}_6\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$	سربنتين
------------	--	---------

Talc	$\text{Mg}_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$	تلك
------	--	-----

#### و ( تكتوسيليكات Tectosilicates

وفيها تكون نسبة السيليكون إلى الأكسجين ١ : ٢ ؛ ومن أمثلتها :

Albite	$\text{Na Al Si}_3\text{O}_8$	البايت
--------	-------------------------------	--------

Quartz	$\text{SiO}_2$	كوارتز
--------	----------------	--------

Orthoclase	$\text{K Al Si}_3\text{O}_8$	اورثوكليز
------------	------------------------------	-----------

Sodalite	$3\text{Na Al}(\text{SiO}_4)_3\text{Na Cl}$	صوداليت
----------	---	---------

جدول رقم (٧). تمارين

المعدن	اللون	البريق	المخدش	الصلاية	التشقق	المكسر	الشكل	ملاحظات





وصف لأشئلة مختارة عن المجموعات المعدنية  
جدول رقم (١٠). المعادن المتصهية أو الطليقة وأهم خصائصها الطبيعية

المعدن	اللون	البريق	المخدش	الصلادة	الانقسام	الكسر	الثقل النوعي	ملاحظات
نحاس Copper Cu	أحمر نحاسي	فلزي	أحمر نحاسي	٣-٢,٥	لا يوجد	مسنن	٨,٩	قابل للسحب والطرق والتشكيل ويوصل جيد للحرارة والكهرباء
ذهب Gold Au	أصفر ذهبي	فلزي	أصفر ذهبي	٣-٢,٥	لا يوجد	مسنن	١٩,٣	يوجد مع الكوارتز في العروق، قابل للسحب والطرق والتشكيل ويوصل جيد للحرارة والكهرباء
جرافيت Graphite C	أسود حديدي	فلزي	رمادي مسود	٢-١	في اتجاه واحد	لا يوجد	٢,٢	ملمس دهني يترك أثرا أسود على الورق والأصابع
كبريت Sulphur S	أصفر ليونلي	دهني صمغي	أبيض أو أصفر فاتح	٢,٥	لا يوجد	عماري إلى غير مستوي	٢,١	يمتاز بلونه وملامحه الشحمي ورائحته الكبريتية

جدول رقم (١١). معادن الأكاسيد وأهم خصائصها الطبيعية

المعدن	اللون	البريق	المخدش	الصلادة	الانقسام	الكسر	الثقل النوعي	ملاحظات
كروندلم Corundum Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	رمادي إلى بني أزرق فاتح أو أخضر	زجاجي عاكس	أبيض أو عديم اللون	٩	لا يوجد	غير مستوي	٤,٠	يمتاز بشكل بلوراته التي تشبه اليرموك، ويوجد في الصخور التي لا تحتوي على كوارتز.
مغنيتايت Magnetite Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	أسود حديدي	فلزي	أسود	٦,٥-٥,٥	لا يوجد	تحت عماري إلى غير مستوي	٥,٢	يمتاز بالمغناطيسية، يوجد كعقدان إضافي في الصخور النارية والتحول
هيماتايت Hematite Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	أسود حديدي أو بني محمر	فلزي	بني محمر إلى أحمر كرزوي	٦,٠	لا يوجد	تحت عماري إلى غير مستوي	٥,٢	يتميز عن الماغنتايت بانعدام خاصية المغناطيسية ويكون غندسه
ليمونيت Limonite 2Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> · 3H <sub>2</sub> O	بني مصفر إلى بني داكن	فلزي مائي	بني مصفر	٥,٥-٥	لا يوجد	لا يوجد	٤,٧	يمتاز عن الماغنتايت بلون غندسه دائما يعطي صلادة أقل من الحقيقة بسبب عوامل التصرية
بيرولوسايت Pyrolusite MnO <sub>2</sub>	أسود حديدي	فلزي	أسود	٢,٥-٢	لا يوجد	-	٥,٢	يترك أثرا أسود على الأصابع

تابع جدول (١١)

المعدن	اللون	البريق	المخدش	الصلادة	الانقسام	المكسر	الثقل النوعي	ملاحظات
روتيل Rutile TiO <sub>2</sub>	بنى عمود إلى أحمر أحياناً أسود	ماسي - تحت فلزي	بنى فاتح	٦,٥-٦	لا يوجد	غير مستقر	٤,٥	أحد خامات التيتانيوم
زنكيت Zincite ZnO	أحمر قان أصفر برتقالي	تحت ماسي	أصفر برتقالي	٤ -	واضح	تحت محاري	٦,٧	يمتاز بلونه الأحمر ولونه خشنه وصعبه لمعدن الفرانكلينيت
كاسيترايت Cassiterite SnO <sub>2</sub>	عادة بنى إلى أسود نادراً أصفر أو أبيض لوردي	ماسي	أبيض أو بنى	٧-٦	لا يوجد	محاري إلى غير مستقر	٧,٤	يتميز بوزنه النوعي العالي (٧,٤) .
أوبال Opal SiO <sub>2</sub> · 3H <sub>2</sub> O	أبيض إلى أصفر أحمر، بنى، أخضر رمادي أو أسود	زجاجي صمغي لؤلؤي	أبيض أو عديم اللون	٦,٥-٥,٥	لا يوجد	محاري	٢,٢	يمتاز بمكسره وشاحبيه تلاعب الألوان في بعض أنواعه (سيليكات غير متبلورة)
كرومايت Chromite FeCr <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	أسود حديدي إلى بنى مسود	تحت فلزي - فلزي	بنى داكن	٥,٥	لا يوجد	غير مستقر	٤,٨	يوجد في السربنتين والصخور فوق القاعدية

جدول رقم (١٢) . معادن الهاليدات وأهم خصائصها الطبيعية

المعدن	اللون	البريق	المخدش	الصلادة	الانقسام	المكسر	الثقل النوعي	ملاحظات
هاليت Halite NaCl	عديم اللون، أبيض، وأحياناً أزرق	زجاجي	أبيض	٢-٢,٥	في ثلاثة اتجاهات	محاري	٢,٢	يمتاز بطعمه المالح ويذوب في الماء
فلورايت Fluorite CaF <sub>2</sub>	عديم اللون، أصفر، أزرق أخضر، بنمغي، وردي أو أحمر	زجاجي	أبيض	٤	جيد في أربعة اتجاهات	محاري مسطح	٣,٣	أحياناً يوجد في هيئة بلورات ثنائية الأوجه



جدول رقم (١٣). معادن الكربونات وأهم خصائصها الطبيعية

المعدن	اللون	البريق	المخدش	الصلادة	الانقسام	الكسر	الثقل النوعي	ملاحظات
سمثونيت Smithsonite $ZnCO_3$	أبيض، أخضر، أزرق، عادة بني مريب	زجاجي	أبيض	٥ - ٤	لا يوجد	غير مستوي	٤,٥	يتفاعل مع حامض HCl ويمكن تمييزه عن الكالسيت بوزنه النوعي العالي
كالسيت Calcite $CaCO_3$	عديم اللون إلى أبيض وأحياناً أصفر أزرق أو بنفسجي	زجاجي	أبيض	٣	في ثلاثة اتجاهات	محاري	٢,٧	يتفاعل مع حامض HCl ويحدث فوراناً يكون حجر الجير والرخام
أراجونيت Aragonite $CaCO_3$	أبيض - رمادي أصفر - أخضر بنفسجي	زجاجي	أبيض أو عديم اللون	٤ - ٣,٥	جيد في ثلاثة اتجاهات	تحت محاري	٢,٩	يتفاعل مع حامض HCl ويحدث فوراناً
سيديرايت Siderite $FeCO_3$	لون الرماد أو رمادي مصفر أو أصفر	زجاجي	أبيض	٤ - ٣,٥	جيد في ثلاثة اتجاهات	غير مستوي إلى تحت محاري	٣,٩	يتجذب للمغناطيس بعد التسخين
ماجنيزايت Magnesite $MgCO_3$	أبيض عندما يكون نقياً، رمادي أو أصفر	زجاجي - حريري	أبيض	٤,٥ - ٣,٥	واضح في ثلاثة اتجاهات	محاري مسطح	٣,١	لا يذوب في الحامض البارد ولكنه يتفاعل مع حامض HCl الساخن
أزورايت Azurite $Cu_2(CO_3)(OH)_2$	أزرق أزرقدي (نيلي)	زجاجي - ملسي	أزرق فاتح	٤ - ٣,٥	غير واضح	محاري	٣,٨	يذوب في الحامض البارد ويمتاز بلونه الأزرق
ملاكاييت Malachite $Cu_2CO_3(OH)_2$	أخضر لامع	زجاجي - حريري	أخضر فاتح	٤ - ٣,٥	غير واضح في اتجاه واحد	محاري	٤,١	يتميز بلوانته في الحامض البارد
دولوميت Dolomite $CaMg(CO_3)_2$	أبيض أو أبيض غمر أو غمر	زجاجي - لؤلؤي	أبيض	٤ - ٣,٥	جيد في ثلاثة اتجاهات	تحت محاري	٢,٩	يوجد في الرخام وصخور الدولوميت ويمتاز عن بقية مجموعته بأنه يتفاعل بصعوبة مع حامض HCl

جدول رقم (١٤). معادن الكبريتات وأهم خصائصها

المعدن	اللون	البريق	المخدش	الصلادة	الانقسام	الكسر	الثقل النوعي	ملاحظات
أنهيدرايت Anhydrite $CaSO_4$	عديم اللون أو أزرق أو بنفسجي أو رمادي فاتح	زجاجي لؤلؤي	أبيض	٣,٥ - ٣	في ثلاثة اتجاهات	غير مستوي	٣,٥	يمتاز عن الجبس بعلم احتوائه على الماء وصلابته الزرقعة

تابع جدول (١٤)

المعدن	اللون	البريق	المخدش	الصلادة	الانقسام	المكسر	الثقل النوعي	ملاحظات
بارايت Barite $BaSO_4$	عديم اللون أو أبيض، أزرق أو أصفر فاتح	زجاجي لؤلؤي	أبيض	٣, ٥-٣	واضح في ثلاثة اتجاهات	محاري أو غير مستوي	٤, ٥	ثقل بالنسبة لبقية المعادن الالافزية
جيس Gypsum $CaSO_4 \cdot 2H_2O$	عديم اللون أبيض رمادي	زجاجي حريري لؤلؤي	أبيض	٢	في ثلاثة اتجاهات أحدها جيد	محاري - ليفي	٢, ٣	يمتاز بسطحه الناعم ووجود تشقق واضح في اتجاه واحد

جدول رقم (١٥) . معادن الفوسفات وأهم خصائصها

المعدن	اللون	البريق	المخدش	الصلادة	الانقسام	المكسر	الثقل النوعي	ملاحظات
أباتيت Apatite $Ca_5(PO_4)_3F$	عادة أخضر بني وأحياناً عديم اللون أصفر أو أزرق	زجاجي	أبيض	٥	غير واضح	-	٣, ٢	يوجد في بعض الصخور النارية كمعدن إضافي ويفقد لونه عند التسخين

جدول رقم (١٦) . معادن الكبريتيدات وأهم خصائصها الطبيعية

المعدن	اللون	البريق	المخدش	الصلادة	الانقسام	المكسر	الثقل النوعي	ملاحظات
جالينا Galena PbS	رمادي رصاصي	فلزي	رمادي - رصاصي	٢, ٥	في ثلاثة اتجاهات	تحمت محاري أو مستوي	٧, ٦	ثقل - يترك أثراً على الورق يصموية . يوجد على هيئة عروق في حجر الجير
سنيار Cinnabar HgS	أحمر أرجواني	ماسي - معتم	قرمزي	٢, ٥	غير واضح	تحمت محاري	٨, ١	يمتاز بارتفاع كثافته النوعية
سفاليريت Sphalerite ZnS	عادة أصفر، بني، أو أسود	صمغي	بني فاتح إلى غامق وأحياناً أبيض	٤-٣, ٥	جيد في سنة اتجاهات	محاري	٤, ٢	يلوب في الأحماض HCl يمتاز بريقه ومخدشه ووضوح التشقق فيه
الكوسايت Chalcosite $Cu_2S$	رمادي، رصاصي مسود	فلزي	رمادي داكن	٣-٢, ٥	غير واضح	محاري	٥, ٨	يلوب بسهولة في حامض النيتريك

تابع جدول (١٦)

المعدن	اللون	البريق	المخدش	الصلادة	الانقسام	المكسر	الثقل النوعي	ملاحظات
موليبدينيت Molybdenite $\text{MoS}_2$	رمادي رصاصي	فلزي	رمادي - غامق	١, ٥-١	في اتجاه واحد	-	٤, ٧	يترك أثراً أسود على الورق واليد، يوجد في الجرانيت والرخام ويروق للرواحلة لمعادن التنحسين
بايرايت Pyrite $\text{FeS}_2$	أصفر نحاسي فاتح	فلزي	أسود خضمر إلى قاتم	٦, ٥	لا يوجد	عاري إلى غير مستوي	٥, ٥	يتميز عن الكالكوبايرايت بارتفاع صلابته
أرزنوبايرايت Arsenopyrite $\text{FeAsS}$	فضي إلى رمادي	فلزي	رمادي مسود	٦	غير واضح	غير مستوي	٦, ١	له رائحة الثوم عند حكه بأي جسم صلب
كالكوبايرايت Chalcopyrite $\text{CuFeS}_2$	أصفر ذهبي أو نحاسي	فلزي	أسود خضمر	٤-٣, ٥	غير واضح	عاري	٤, ٥	يختلف عن البايرايت بصلابته المنخفضة وامتاز بألونه الأصفر

جدول رقم (١٧). معادن السيليكات وأهم خصائصها الطبيعية

المعدن	اللون	البريق	المخدش	الصلادة	الانقسام	المكسر	الثقل النوعي	ملاحظات
أندالوسايت Andalusite $\text{Al}_2\text{SiO}_5$	أبيض، رمادي بني، أخضر - وردي	زجاجي	أبيض أو عديم اللون	٧, ٥	في اتجاهين ولكنه غير واضح	غير مستوي	٣, ٥	يوجد بكثرة في صخر الادرزاق
سيليمايت Sillimanite $\text{Al}_2\text{SiO}_5$	بني فاتح إلى رمادي أو أخضر زيتوني	زجاجي	عديم اللون	٧-٦	جيد في اتجاه واحد	غير مستوي	٣, ٥	يوجد في الشيت والتابس
كينايت Kyanite $\text{Al}_2\text{SiO}_5$	أزرق، أبيض رمادي خضر	زجاجي لؤلؤي	عديم اللون أو أبيض	٧-٥	في اتجاهين	غير مستوي	٣, ٦	يمتاز باختلاف صلابته في الاتجاهات المختلفة للبلورة وكذلك بلونه الأزرق
زيركون Zircon $\text{ZrSiO}_4$	عديم اللون أو أصفر أو أحمر أو بني	زجاجي - ماسي	أبيض أو عديم اللون	٧, ٥	لا يوجد	عاري	٤, ٨	يوجد كمعدن إضافي في الصخور النارية الحامضية وكللك في رواسب البوتان
أولفين Olivine $(\text{MgFe})_2\text{SiO}_4$	زيتوني إلى أخضر مائل للأصفر	زجاجي	أبيض - أصفر	٧-٦, ٥	غير واضح	عاري	٣, ٦	يمتاز بلونه الأخضر الزيتوني

تابع جدول (١٧)

المعدن	اللون	البريق	المخدش	الصلادة	الانقسام	المكسر	الثقل النوعي	ملاحظات
جارنيت Garnet Fe, Mg, Ca, Al Silicate	غالباً بني عمر أو أخضر فاتح أو أسود	زجاجي	أبيض أو عديم اللون	٧, ٥-٦, ٥	لا يوجد	محاري غير مستوي	٤, ٣	يمتاز بلونه المشابه للون التمر ويوجد بكثرة في الصخور التحولية
توباز Topaz AlSiO <sub>3</sub> (F.OH) <sub>2</sub>	عديم اللون، أصفر قشبي، أبيض - أخضر، أزرق	زجاجي	أبيض أو عديم اللون	٨	واضح في اتجاه واحد	غير مستوي	٣, ٦	يمتاز بصلادته العالية وبلوراته المخططة طولياً
شتوروليت Staurolite Fe <sub>2</sub> Al <sub>3</sub> O <sub>6</sub> (SiO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> (O.OH) <sub>2</sub>	أحمر، بني مصفى، بني أسود، أسود	زجاجي	عديم اللون إلى رمادي	٧, ٥-٧	لا يوجد	تحت محاري	٣, ٨	يتميز ببلوراته التوأمية على شكل صليب (توأمة معاطفة)
كوارتز (صوتي) Quartz SiO <sub>2</sub>	عديم اللون - أبيض، وردي حليبي مدخن، بنفسجي، أحمر أو أخضر	زجاجي	عديم اللون	٧	لا يوجد	محاري - تحت محاري	٢, ٦	يمتاز عن الكالسيت بالصلادة العالية ومكسره المحاري
أورثوكلاز Orthoclase KAlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	أبيض، رمادي، أخضر، أحمر، (لحم الخوام)	زجاجي - لؤلؤي	عديم اللون أو أبيض	٦	في اتجاهين	غير مستوي	٢, ٦	يوجد في عروق البيجمايت وصخور الجرانيت
ميكروكلين Microcline KAlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	أبيض، أصفر فاتح أو أحمر وأحياناً أخضر ممزق	زجاجي - لؤلؤي	عديم اللون أو أبيض	٦, ٥-٦	في اتجاهين	غير مستوي	٢, ٦	يوجد في عروق البيجمايت وصخور الجرانيت
ليوسايت Leucite KAlSi <sub>2</sub> O <sub>6</sub>	أبيض، رمادي، مدخن	زجاجي	أبيض	٦-٥, ٥	لا يوجد	محاري	٢, ٥	يوجد في هيئة بلورات ذات مقطع سداسي موجود في صخور السانيت
نفلين Nepheline (NaK)AlSiO <sub>4</sub>	أبيض إلى أصفر أحياناً له صبغة بنية أو حمراء أو خضراء	زجاجي - دهني	أبيض	٦-٥, ٥	في ثلاثة اتجاهات	غير مستوي	٢, ٦	يوجد في الصخور النارية وعروق البيجمايت الخالية من الكوارتز
صوداليت Sodalite Na <sub>4</sub> (AlSiO <sub>3</sub> ) <sub>6</sub> Cl <sub>2</sub>	أزرق أو رمادي	زجاجي	عديم اللون	٦-٥, ٥	لا يوجد	محاري إلى غير مستوي	٢, ٣	يشير بلونه الأزرق المميز ويذوب في الحامض HCl

جدول (١٧)

المعدن	اللون	البريق	المخش	الصلادة	الانقسام	الكسر	الثقل النوعي	ملاحظات
١- أنورتايت Albite $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ Anorthite $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$	أبيض، رمادي أحياناً له صبغة خضراء، صفراء أو أحمر (نادراً)	زجاجي	عديم اللون	٦	في اتجاهين	غير مستقر	٢,٧	تتميز بعض أنواع البلاجيوكلاز (البرايدورايت) بخاصية تغير الألوان
٢- فليت Muscovite $\text{KAl}_2\text{Si}_2\text{O}_{10}(\text{OH})$	عديم اللون أو أخضر فاتح	زجاجي - لؤلؤي	أبيض أو عديم اللون	٢-٢,٥	في اتجاه واحد	مرن	٢,٨	يمتاز بمرونة وشفافية صفائحية، يسمى الميكا البيضاء
٣- بيويت Biotite $\text{K}(\text{Mg},\text{Fe})_2\text{AlSi}_2\text{O}_{10}(\text{OH})_2$	أسود إلى بنّي غلق	زجاجي - لؤلؤي	عديم اللون	٣-٢,٥	في اتجاه واحد	مرن	٣,٢	يمتاز عن الميكا البيضاء بلونه الداكن كما يسمى بالميكا السوداء
٤- سيرنتين Serpentine $\text{Mg}_3\text{Si}_2\text{O}_{10}(\text{OH})_2$	أخضر أو أسود غضر أو أخضر زيتوني	دهني حريري أو قاتم	أبيض أو أخضر عشبي	٢,٥	لا يوجد	عاري	٢,٦	يمتاز بلون غشيه، ينتج من التحلل الكيميائي لمعدن الأوليفين
٥- تالك Talc $\text{Mg}_3\text{Si}_2\text{O}_{10}(\text{OH})_2$	أبيض، أخضر فاتح، رمادي أو ما يسمى بأخضر جبلي	لؤلؤي	أبيض	١	جيد في اتجاه واحد	عاري	٢,٨	يمتاز بملامسه الصابوني وصلادته المنخفضة
٦- لين Tourmaline $\text{NaMgFeAl}_2\text{Si}_3\text{O}_{10}\text{silicate}$	أسود عادة أو أخضر أزرق أو أحمر	زجاجي	أبيض أو عديم اللون	٧-٧,٥	لا يوجد	غير مستقر إلى عاري	٣,٢	يوجد بوفرة في عروق البيجمايت
٧- أوجيت Augite $(\text{CaNa})(\text{MgFeAl})_2(\text{AlSi}_2)_2\text{O}_6$	أخضر قاتم إلى أسود	زجاجي	أبيض، أخضر أو بنّي فاتح	٦-٥	جيد في اتجاهين	غير مستقر	٣,٥	يشكل معدناً أساسياً في الصخور القاعدية وخاصة الحابرو والبازلت
٨- سايد Diopside $\text{Ca}(\text{Mg})\text{Si}_2\text{O}_6$	أبيض إلى أخضر فاتح	زجاجي - قاتم	أبيض - أخضر فاتح	٦-٥,٥	في اتجاهين	غير مستقر	٣,٣	يوجد في الصخور المتحول والنارية القاعدية
٩- هومبلند Homblende complex $\text{NaCaMgFeAlO}_2\text{silicate}$	أسود - أخضر قاتم	زجاجي	عديم اللون أبيض، أحياناً أخضر خفيف	٦-٥	جيد في اتجاهين	عاري	٣,٤	من المعادن المهمة المكونة للصخور فوق القاعدية والمتحولة (الأمفيبوليت)

التركيب الكيميائي		العنصر وخصائصه	العناصر وأهم خاماتها المعدنية
<b>Al</b>	<b>Aluminium</b>	<b>١ - الألومنيوم</b>	
$Al_2O_3$	Corundum	كورندم	
Mix. $Al_2O_3$	Bauxite	بوكسيت	
$Al(OH)_3$	Gibbsite	جيبسايت	
$Mg Al_2O_4$	Spinel	سبينل	
$Na_3 AlF_6$	Cryolite	كريوليت	
$Cu Al_6(PO_4)_4(OH)_8 \cdot 4H_2O$	Turquoise	تركواز (فيروز)	
$Li Al(PO_3)_2 F(OH)$	Amblygonite	أمبلوجونيت	
<b>Sb</b>	<b>Antimony</b>	<b>٢ - الأنتيمون</b>	
$Sb_2S_3$	Stibnite	ستينايت	
<b>As</b>	<b>Arsenic</b>	<b>٣ - الزرنيخ</b>	
$As_2S_3$	Realgar	ريلجار	
$As_2S_5$	Orpiment	أوربمنت	
<b>Ba</b>	<b>Barium</b>	<b>٤ - الباريوم</b>	
$BaSO_4$	Barite	بارايت	
$BaCO_3$	Witherite	ويليرايت	
<b>Bi</b>	<b>Bismuth</b>	<b>٥ - البزموت</b>	
<b>Ca</b>	<b>Calcium</b>	<b>٦ - الكالسيوم</b>	
$CaF_2$	Fluorite	فلورايت	
$CaCO_3$	Calcite	كالسيت	
$CaCO_3$	Aragonite	أراجونيت	
$Ca_5(F,Cl,OH)(PO_4)_3$	Apatite	أباتايت	
$CaSO_4$	Anhydrite	أنهيدرايت	
$CaSO_4 \cdot 2H_2O$	Gypsum	جبس	
<b>C</b>	<b>Carbon</b>	<b>٧ - الكربون</b>	
C	Diamond	الماس	
C	Graphite	جرافيت	

Co		A - الكوبالت
$\text{CoAsS}$	Cobaltite	كوبالتيت
$\text{Co}_3(\text{AsO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$	Erythrite	أريثرايت

Cu	Copper	٩ - النحاس
$\text{Cu}_2\text{S}$	Chalcocite	كالكوسايت
$\text{Cu}_5\text{FeS}_4$	Bornite	بورنيت
$\text{CuS}$	Covellite	كوفيللايت
$\text{CuFeS}_2$	Chalcopyrite	كالكوپيرايت
$\text{Cu}_2\text{AsS}_4$	Enargite	انرجيت
$(\text{CuFeZnAg})_{12}\text{Sb}_4\text{S}_{13}$	Tetrahedrite	تتراهدريت
$\text{Cu}_2\text{O}$	Cuprite	كوپرايت
$\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2$	Malachite	ملاكيت
$\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$	Azurite	أزورائيت
$\text{Cu}_6(\text{Si}_4\text{O}_{10}) \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	Diopside	دايوسايت
$\text{CuSiO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Chrysocolla	كروسيكولا

Au	Gold	١٠ - الذهب
Au	Gold	الذهب
$(\text{Au}, \text{Ag})\text{Te}_2$	Calaverite	كالافيرايت
$(\text{AuAg})\text{Te}_2$	Sylvanite	سيلفانائيت

Fe	Iron	١١ - الحديد
$\text{FeS}_2$	Pyrite	بايرايت
$\text{FeS}_2$	Marcasite	ماركاسايت
$\text{FeAsS}$	Arsenopyrite	أرزينوبايرايت
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	Hematite	هيماتايت
$\text{Fe}_3\text{O}_4$	Magnetite	ماجنتايت
$(\text{FeZnMn})(\text{FeMn})_2\text{O}_4$	Franklinite	فرانكلينيت
$\text{FeCr}_2\text{O}_4$	Chromite	كرومايت
$\text{FeO} \cdot \text{OH}$	Goethite	جيوتايت
$\text{FeO}(\text{OH}) \cdot \text{NH}_2\text{O}$	Limonite	ليمونيت
$\text{FeTiO}_3$	Ilmenite	إلمينايت
$\text{FeCO}_3$	Siderite	سيديرايت
$(\text{FeMn})\text{WO}_4$	Wolframite	ولفرامايت

<b>Pb</b>	<b>Lead</b>	<b>١٢- الرصاص</b>
PbS	Galena	جالينا
Pb <sub>2</sub> FeSb <sub>2</sub> S <sub>14</sub>	Jamesonite	جيمونيت
PbCuSbS <sub>3</sub>	Bourmonite	بورمونيت
Pb <sub>3</sub> Cl(PO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	Pyromorphite	بيرومورفايت
Pb <sub>3</sub> Cl(AsO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	Mimetite	ميميتايت
Pb <sub>3</sub> Cl(VO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	Vanadinite	فانادينايت
PbCO <sub>3</sub>	Cerussite	سروسايت
PbSO <sub>4</sub>	Anglesite	أنجلسايت
<b>Mg</b>	<b>Magnesium</b>	<b>١٣- المغنسيوم</b>
Mg(OH) <sub>2</sub>	Brucite	بروسايت
MgCO <sub>3</sub>	Magnesite	ماجيزايت
Mg <sub>3</sub> B <sub>7</sub> O <sub>13</sub> Cl	Boracite	بوراسايت
CaMg(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	Dolomite	دولوميت
<b>Mn</b>	<b>Manganese</b>	<b>١٤- المنجنيز</b>
MnO <sub>2</sub>	Pyrolusite	بيرولوسايت
MnO(OH)	Manganite	منجانيت
(BaH <sub>2</sub> O) <sub>2</sub> Mn <sub>5</sub> O <sub>10</sub>	Psilomelane	بسيلوميلان
<b>Hg</b>	<b>Mercury</b>	<b>١٥- الزئبق</b>
HgS	Cinnabar	سينبار
	<b>Molybdenum</b>	<b>١٦- الموليبدنيم</b>
MoS <sub>2</sub>	Molybdenite	موليبدينايت
PbMoO <sub>4</sub>	Wulfenite	ولفينيت
<b>Ni</b>	<b>Nickel</b>	<b>١٧- النيكل</b>
NiS	Millerite	ميليرايت
NiAs	Nicolite	نيكولايت
(NiMg)SiO <sub>3</sub> .nH <sub>2</sub> O	Garnierite	جارنييرايت
<b>Pt</b>	<b>Platinum</b>	<b>١٨- البلاتين</b>
Pt	Platinum	البلاتين
<b>Si</b>	<b>Silicon</b>	<b>١٩- السيليكون</b>
SiO <sub>2</sub>	Quartz	كوارتز
SiO <sub>2</sub> .nH <sub>2</sub> O	Opal	أوبال

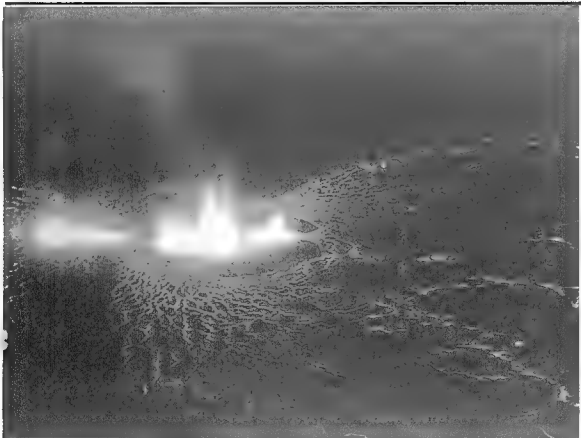


<b>Ag</b>	<b>Silver</b>	<b>٢٠ - الفضة</b>
$Ag_2S$	Argentite	أرجنتيت
$Ag_3SbS_3$	Pyrrargyrite	بيرارجيرايت
$Ag_3AsS_3$	Proustite	بروستايت
$AgCl$	Cerargyrite	سيرارجيرايت
<b>K</b>	<b>Potassium</b>	<b>٢١ - البوتاسيوم</b>
KCl	Sylvite	مليفيت
<b>Na</b>	<b>Sodium</b>	<b>٢٢ - الصوديوم</b>
NaCl	Halite	هاليت
$Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$	Borax	بوراكس
<b>Sr</b>	<b>Strontium</b>	<b>٢٣ - الاسترونشيوم</b>
$SrSO_4$	Celestite	سليستيت
$SrCO_3$	Strontianite	سترونينيت
<b>S</b>	<b>Sulphur</b>	<b>٢٤ - الكبريت</b>
<b>Sn</b>	<b>Tin</b>	<b>٢٥ - القصدير</b>
$SnO_2$	Cassiterite	كاستيرايت
<b>Ti</b>	<b>Titanium</b>	<b>٢٦ - التيتانيوم</b>
$TiO_2$	Rutile	روتيل
$TiO_2$	Octahedrite	أوكتاهيدرايت
$TiO_2$	Brookite	بروكايت
<b>U</b>	<b>Uranium</b>	<b>٢٧ - اليورانيوم</b>
$UO_2 \cdot UO_3$	Uraninite	يورانييت
$U_3O_8$	Pitchblende	بيتشبلند
<b>Z</b>	<b>Zinc</b>	<b>٢٨ - الزنك</b>
ZnS	Sphalerite	سفاليرايت
ZnO	Zincite	زنكيت
$ZnCO_3$	Smithsonite	سمشوننايت



## الفصل الثاني

### الصخور Rocks



### الصخور النارية

- تصنيف الصخور النارية
  - الصخور الحمضية (الفلسية)
  - الصخور المتوسطة
  - الصخور القاعدية (المافية)
  - الصخور فوق القاعدية (الفوق المافية)

### الصخور الرسوبية

- تصنيف الصخور الرسوبية
  - الصخور الميكانيكية النشأة
  - الصخور الكيميائية النشأة
  - الصخور العضوية النشأة

### الصخور المتحولة

- عمليات التحول
- أنواع التحول
- تصنيف الصخور المتحولة
  - الصخور المتحولة المتورقة
  - الصخور المتحولة غير المتورقة

## الصخور Rocks

تتكون القشرة الأرضية أو ما يعرف بالغلاف اليابس Lithosphere من أنواع مختلفة من الصخور. ويعرف الصخر عادة بأنه وحدة تركيب الأرض أو مادة طبيعية صلبة تتكون أساساً من أكثر من معدن أو خليط معدني؛ وإن كانت هناك صخور تتكون من معدن واحد، مثل اللؤلؤمايت. ويشترط في الصخر أن يكون جزءاً من القشرة الأرضية.

وفي العادة يتراوح عدد المعادن المكونة للصخر الواحد بين ٥ - ١٠ معادن. كما أن هناك بعض الصخور التي تتكون من أصل عضوي، مثل الفحم Anthracite، أو تلك المكونة نتيجة تكديس بقايا هيكل الكائنات الحية. تصنف الصخور المكونة للغلاف اليابس وفقاً لطريقة نشأتها إلى ثلاثة أنواع رئيسية: (نارية ومتحولة ورسوبية) ويختلف كل نوع منها عن الآخر في طريقة تكوينها وظروف نشأتها.

فالصخور الأولية المتبلورة بصفة عامة هي تلك التي نشأت عن تصلب (تجمد) مواد منصهرة تعرف بالقطر أو (المagma) إما في أعماق القشرة الأرضية، لتكوّن ما يعرف بالصخور العميقة - السحيقة (البلوتونية) Plutonic rocks؛ أو على أعماق ضحلة لتكوّن الصخور تحت السطحية (فوق الجوفية) Hypabyssal rocks؛ أو هي تتصلب في أثناء خروج المagma إلى سطح الأرض، كما هو الحال في الحمم (اللاابة Lava)، لتكوّن ما يعرف بالصخور البركانية Volcanic rocks. وجميع هذه الأنواع الثلاثة تكوّن ما يعرف بالصخور النارية Igneous rocks.

أما الصخور الثانوية، فهي تلك التي تكون طريقة تكوينها عبارة عن عملية منظورة وتعطي صخوراً واضحة في المواد والكيفية التي تكونت بها فإنها تعرف باسم الصخور الرسوبية (الثانوية) Sedimentary rocks، وهي تلك التي تكونت نتيجة للعمليات الميكانيكية أو الكيميائية أو العضوية المؤثرة على صخور سابقة التكوين، ثم ترسبت نواتجها من جديد في أحواض الترسيب المختلفة بعد نقلها بواسطة عوامل النقل المختلفة (المياه - الجليد - الرياح - فعل الجاذبية... الخ) في صورة مدحرجة أو معلقة أو كمحاليل. ثم تتماسك المواد المترسبة إما نتيجة

للتقلل الناجم عن تراكم الكميات الهائلة من الرواسب بعضها فوق بعض، أو بفعل مواد لاحقة تلحم حباتها؛ وأحياناً يتم التماسك (التصلب) نتيجة ارتفاع الضغط والحرارة الناجمين عن الحركات الأرضية، مثل الحركات البانية للجبال.

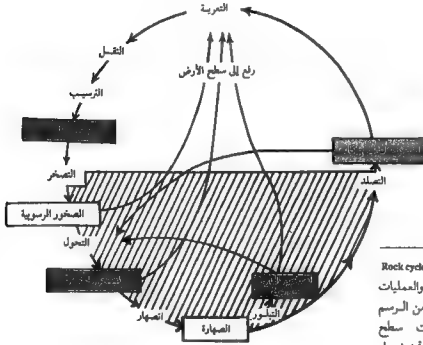
والصخور المتحولة Metamorphic rocks هي أكثر الأنواع الصخرية غموضاً، لأنها ليست ذات أصل واحد ولا تتكون دائماً على السطح، وتظهر كنواتج للتفاعلات الكيميائية، أو لتأثير كل من الضغط والحرارة على الصخور المكونة للقشرة الأرضية على أعماق بعيدة عن السطح حيث ينعدم تأثير عوامل التعرية خلال فترة زمنية طويلة تتم خلالها إعادة تبلور الصخر جزئياً أو كلياً. لذلك يمكن القول إن الصخور المتحولة تتكون عندما تتغير معالم الصخر الأساسي (ناري أو رسوبي) تغيراً جزئياً أو كلياً، وتكتسب صفات جديدة من حيث التركيب المعدني Mineral composition، أو التركيب الكيميائي Chemical composition، أو النسيج Texture. وتعرف العمليات المسؤولة عن التغيرات المذكورة باسم عمليات التحول Metamorphism.

كما سبق؛ يمكن تمييز أنواع الصخور الثلاثة الرئيسة بصفة أولية، فنقول في الصخور الرسوبية مايلي:

- ١ - إنها توجد في القشرة الأرضية في هيئة طبقات.
- ٢ - إنها تحتوي على بقايا حيوانات وأصداف متحجرة تسمى أحافير Fossils.
- ٣ - إنها غير واضحة التبلور.

أما في الصخور النارية فتعتمد خاصية التطابق ووجود الأحافير؛ وإذا وجدت أحافير في الصخور المتحولة فتكون مشوهة أو تتحول تاركة آثاراً تدل على سابق وجودها. كما نلاحظ كذلك أن الصخور النارية توجد في حالة متبلورة، ويندر وجودها في الصخور الرسوبية، كما توجد على هيئة كتل ومتدخلات لا طبقية Non stratified intrusions. أما الصخور المتحولة، فتمتاز بأن مكوناتها المتبلورة (البلورات) ترتب في نظام صفائحي لتلاحم بذلك الضغوط الجديدة التي أثرت عليها.

والصخور بوجه عام لها في الطبيعة دورة تعرف باسم الدورة الصخرية Rock cycle أو دورة التغير أو التحول؛ فبواسطة العمليات الباطنية والسطحية المختلفة المؤثرة على القشرة الأرضية قد تقترب الصخور العميقة الأولية من سطح الأرض وتتعرى وتتفتت إلى مواد تنقل غالبيتها إلى البحر في هيئة محاليل ومعلقات صلبة حيث تترسب؛ وتتصلب لتصبح بعد ذلك صخوراً رسوبية.



شكل رقم (٥). الدورة الصخرية Rock cycle  
لاحظ أن الصخور والعمليات في الجزء المختلط من الرسم تحدث عادة تحت سطح الأرض، بينما البقية تحدث على السطح أو بالقرب منه (عن: Dietrich, 1983).

وتتغير هذه الصخور الرسوبية عادة نتيجة لثقل الرواسب الصخرية التي تتجمع فوقها، أو نتيجة لارتفاع درجة الحرارة نظراً للعمق الذي أصبحت توجد فيه، أو بواسطة الأبخرة والغازات الناتجة عن صخور نارية لاحقة وقرية تتغير إلى صخور صفالحية ومتبلورة أكثر تماسكاً تسمى بالصخور المتحولة؛ وتكرر هذه الدورة إلى ما لا نهاية. وكثيراً ما يقال إن الدورة الصخرية عبارة عن مرحلتين: الأولى هدم، والثانية بناء.

هي عبارة عن صخور كتلية Massive لا طبقية Non-stratified متبلورة بصفة عامة نشأت نتيجة التبريد والتجمد أو التصلب الحاصل لمواد منصهرة تعرف بالقطر (المجما Magma)، ومنها الحمم - اللابة (اللافا Lava) التي تصعد إلى السطح من باطن الأرض ويمكن مشاهدتها. وتحدث عملية التصلد مع التبريد على السطح أو بعيدًا عن السطح.

الصخور النارية

Igneous Rocks

وتتميز الصخور النارية عمومًا بأنها متبلورة أو زجاجية وخالية عما يسمى بالأحافير؛ وهي شديدة الصلابة، عديمة المسام، ومتناسكة، وتوجد في هيئة كتل Masses أو متداخلات كبيرة في صخور أقدم أو قواطع صغيرة Dykes (جدد)، وسدود Sills.

هناك عدة طرق لتصنيف الصخور النارية يعتمد كل منها على صفات أو خصائص معينة . . أهمها مايلي :

تصنيف الصخور النارية

Classification of Igneous Rocks

- |                      |                                |
|----------------------|--------------------------------|
| Mode of occurrence   | ١ - كيفية الوجود (مكان التصلب) |
| Texture              | ٢ - النسيج                     |
| Chemical composition | ٣ - التركيب الكيميائي          |
| Mineral composition  | ٤ - التركيب المعدني            |
| Colour               | ٥ - اللون                      |

تتبلور بعض الصخور النارية تحت سطح الأرض في أثناء صعود القطر (المجما) عبر الفجوات والشقوق حيث يخف الضغط، وتتصلب لتكون صخورًا جوفية (متدخلة) Intrusive rocks ؛ وهذه تنقسم بدورها إلى نوعين :

١ - كيفية الوجود (مكان التصلب)

Mode of Occurrence

أ ( الصخور الجوفية (سحيقة - بلوتونية) Plutonic or deep scated rocks : وتتميز بالنسيج الكامل التبلور Holocrystalline الخشن الحبيبات Phaneric coarse grained وهي توجد في هيئة كتل ومتداخلات .

ب ( الصخور تحت السطحية (فوق جوفية) Hypabyssal rocks : وتتميز بأنها ذات حبيبات دقيقة يمكن تمييزها بالعين المجردة ، ولا تحتوي على زجاج Glass ، ويسود فيها النسيج البورفيرى (الساقى) Porphyritic texture . وهي توجد في هيئة قواطع أو سدود .



(ج) الصخور البركانية (السطحية) Volcanic or Surface Rocks  
أما الصخور التي تتكون نتيجة لتصلب اللابة Lava على سطح الأرض،  
فهي تتميز بأنها ذات نسيج دقيق النجيب Fine grained غالباً أو زجاجي  
Glassy ، وقد يظهر بها أحياناً النسيج البورفيرى Porphyrityc texture .  
وتعرف بأنها صخور متخرجة Extrusive.

## ٢ - النسيج Texture

في الفقرة السابقة، أشرنا إلى بعض أنواع الأنسجة التي قد تتميز بها  
بعض أنواع الصخور النارية دون توضيح لنوعية تلك الأنسجة. ويقصد  
بالنسيج الحجم النسبي لبلورات المعادن المكونة للصخر، شكلها  
وعلاقتها وطريقة ترتيبها، أي في عبارة أخرى العلاقة الشكلية والهندسية  
المتبادلة بين المكونات المعدنية والمادة الزجاجية في صخر مكون من  
مجموعة معادن متناسقة. ويعتمد النسيج عموماً على مكان تبريد الصهير  
وطريقته ومعدله. ويمكن أن نقسم الصخور النارية من حيث النسيج  
إلى نوعين هما:

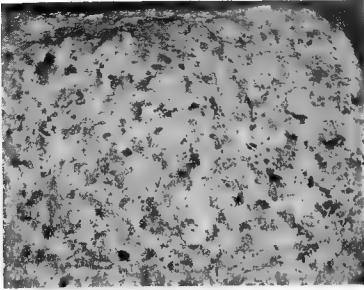
- ( أ ) صخور متبلورة Crystalline rocks
- ( ب ) صخور ذات نسيج فتاتي Clastic rocks

### الصخور المتبلورة

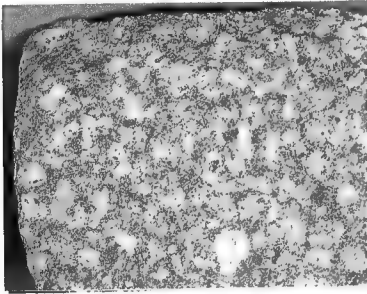
( أ ) نسيج خشن (كبير) الحبيبات Phaneric texture : يمتاز  
الصخور الموضحة لهذا النسيج بأن بلورات معادنها نتجت عن التبريد  
البطيء، لذا نجد لها كتلة متظمة التوزيع متساوية الحجم، ويمكن  
رؤيتها بالعين المجردة.

( ب ) نسيج خشن الحبيبات «بورفيرى» Porphyrityc Phaneric  
Texture : يمتاز الصخور الموضحة لهذا النسيج بأنها تحتوي على نوعين  
من البلورات مختلفين في الحجم وزمن التبلور، ويمكن رؤيتها بالعين  
المجردة. وتكون الصغرى منها أرضية الصخر Groundmass وتحيط  
البلورات الأكبر حجماً والتي تسمى بالبلورات الظاهرة (فينوكريست  
Phenocryst) .

(ج) نسيج دقيق الحبيبات Aphanitic texture : نلاحظ في هذا  
النوع من الأنسجة أن جميع بلورات المعادن المكونة للينة الصخرية  
صغيرة في الحجم ولا يمكن تمييزها بالعين المجردة، بل بالعدسة المكبرة.



نسيج كبير الحبيبات (Nondadori, 1983)



نسيج كبير الحبيبات (بورفيري) (Nondadori, 1983)

د ( نسيج دقيق الحبيبات «بورفيري» Porphyritic aphanitic texture : يلاحظ في هذا النوع من الأنسجة وجود بلورات الفينوكريست محاطة بأرضية مكونة بالكامل من بلورات دقيقة جدًا يمكن رؤيتها بالعدسة المكبرة أو المجهر.

هـ ( نسيج زجاجي Vitreous texture : وهذا النسيج يشبه إلى حد كبير الزجاج العادي، أي لا يمكن مشاهدة أي بلورات فيه حتى ولو استخدم المجهر، وقد تكون نتيجة للتبريد السريع جدًا، وهو نسيج مميز للصخور البركانية مثل الأوبسيديان Obsidian ، والزجاج البركاني الذي

غالبًا ما يكون مليئًا بالفجوات (الفراغات) نتيجة هروب الغازات منه  
متنجرًا بذلك نسيجًا إسفنجيًا مثل الأسكوريا Scoria وحجر الخفاف  
Pumice.

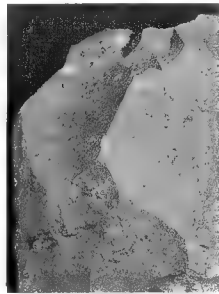
(و) نسيج زجاجي بورفيرى (فتروفيرى) Vitrophyric texture : في  
هذا النوع من الأنسجة، نلاحظ أن بلورات الفينوكروست تكون محاطة  
بالكامل بأرضية غير متبلورة.

نسيج دقيق الحبيبات (Mondadori, 1983)

(ز) نسيج فلسوفيرى Phelsophyric texture : في هذا النوع من  
الأنسجة، نلاحظ أن بلورات الفينوكروست محاطة بأرضية مسترة أو خفية  
التبلور Cryptocrystalline يمكن تمييزها فقط في هيئة تجمعات وذلك  
باستخدام المجهر.

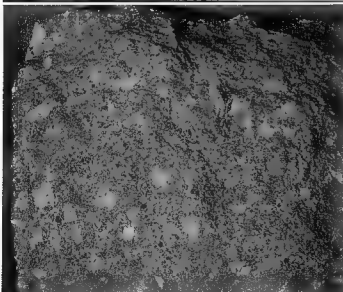
#### صخور فتاتية

نسيج فتاتي Clastic or Fragmental Texture : في هذا النوع من  
الأنسجة، نلاحظ تلاصق القطع الصخرية المتنوعة الأشكال بعضها  
بالبعض الآخر والتي نتجت عن البركان، وهذه تكزن أساسًا الصخور  
البركانية الفتاتية Pyroclastic rocks والرماد والزجاج البركاني المصاحب  
للتفجارات، ويتم التلاصق بفعل الحرارة والضغط، أو بفعل المواد  
الكيميائية الصاعدة.



نسيج دقيق الحبيبات (بورفيرى) (Mondadori, 1983)

نسيج زجاجي (Mondadori, 1983)





١ ( صخور فوق قاعدية (فوق مافية) Ultrabasic rocks  
(Ultramafic) : تتميز هذه الأنواع من الصخور بالألوان القائمة (أسود -  
بني - أخضر قاتم) وذلك بسبب ندرة المعادن الفاتحة فيها واحتوائها على  
نسبة عالية جداً من معادن الحديد والمغنسيوم نظراً لتبلورها في درجات  
الحرارة العالية، كما أنها فقيرة جداً في السيليكا (أقل من ٤٣٪)؛ ومن  
أمثلتها صخور الدوناييت Dunite والبريدوناييت Peridotite.

ب) صخور قاعدية Basic rocks : تتميز هذه الأنواع من الصخور  
بالألوان الغامقة (بني - أخضر داكن) نظراً لزيادة نسبة معادن الحديد  
والمغنسيوم فيها، كما أنها تتبلور في درجات حرارة عالية، وتتراوح نسبة  
السيليكا فيها ما بين (٤٣٪ - ٥٢٪)؛ ومن أمثلتها صخر الجابرو  
Gabbro والبازلت Basalt.

ج) صخور متوسطة Intermediate rocks : تتميز هذه الأنواع من  
الصخور بالألوان الفاتحة نوعاً ما (الرمادي والأخضر الفاتح) مع قلة  
نسبة في معادن الحديد ومغنسيوم مصحوبة بزيادة في نسبة كل من  
المعادن الفاتحة والسيليكا؛ وهي تحتوي على نسبة من السيليكا تتراوح ما  
بين (٥٢٪ - ٦٥٪)؛ ومن أمثلتها صخور الأنديزاييت Andesite  
والديوراييت Diorite.

د) صخور حمضية Acidic rocks : تتميز هذه الأنواع من  
الصخور بالألوان الفاتحة نظراً لأن المعادن التي تكونها مشبعة بالسيليكا،  
كما يوجد بها معدن الكوارتز ( $SiO_2$ ) بشكل ملحوظ، وتتراوح نسبة  
السيليكا فيها ما بين (٦٥٪ - ٨٥٪)؛ ومن أمثلتها صخور الجرانيت  
Granite والرايولايت Rhyolite.

#### ٤ - التركيب المعدني Mineral Composition

كما لاشك فيه أن المكونات المعدنية للصخر تلعب دوراً رئيساً في  
تحديد هوية الصخر. وعليه فإننا نجد أن المعادن المكونة للصخور النارية  
تنقسم إلى قسمين رئيسين :

١ ( المعادن الأساسية Essential minerals : وهي المعادن التي  
تتوقف عليها صفات الصخر وخصائصه واسمه، وهي تكون حوالى  
٩٥٪ من تركيبه، كما أن تعدد أنواع الصخور النارية هو نتيجة حتمية  
لاختلاف نسب هذه المعادن مثل الكوارتز والفلسبارات القلوية  
والبلاجيوكلاز والميكا والأمفيبولات والبيروكسينات والأوليفينات، ونادراً  
أشباه الفلسبارات.

ب) المعادن الإضافية Accessory minerals: وهي غالباً ما توجد بأنواع متفاوتة ولكن بكميات ضئيلة عموماً وليس لها أي تأثير على صفات الصخر أو اسمه، ولكن ترجع أهميتها إلى أنها تلقي الضوء على الأحوال الفيزيوكيميائية التي كانت سائدة عند تبلور الصهارة. فمثلاً يشير وجود كميات ملحوظة من معدن التورمالين في الصخر إلى وجود البورن في الصهارة بكميات ملموسة، كما يشير وجود معدن الفلورايت إلى وفرة الفلورين.

وبما يجب الإشارة إليه أن وجود أي معدن أساسي في صخر ما لا يعني بالضرورة أنه معدن أساسي في صخر آخر، فالكوارتز والأورثوكليز مثلاً يعتبران أساسيين في صخر الجرانيت، لكن الكوارتز إضافي في الديورايت، بينما الأورثوكليز إضافي في صخر الجابرو.

يمكننا القول إن لون الصخر الناري يختلف تبعاً لنوعية تركيبه الكيميائي والمعدني، فالمعادن الغنية بالسيليكا عادة ما تكون فاتحة اللون ويطلق عليها (فلسية Felsic)، في حين أن المعادن الفقيرة في السيليكا تكون قاتمة اللون، وتسمى (مافية Mafic)؛ وبناء عليه أمكن تقسيم الصخور النارية إلى الأنواع التالية:

• اللون Colour

جدول رقم (١٨)

نسبة المعادن القائمة %	نوع الصخور
٣٠ - ٠	١ - صخور فاتحة اللون Salic - leucocratic rocks
٦٠ - ٣٠	٢ - صخور متوسطة اللون Intermediate - mesocratic rocks
٩٠ - ٦٠	٣ - صخور قاتمة اللون Mafic - melanocratic rocks
١٠٠ - ٩٠	٤ - صخور فوق قاتمة اللون Ultramafic - hypermelanic rocks

ويصفية عامة عند دراسة أي عينة من الصخور النارية ووصفها، نأخذ في الاعتبار العوامل التالية: لون العينة - حجم البلورات - شكل البلورات - نوع النسيج - التركيب المعدني. وفيما يلي نستعرض وصفاً لبعض الأنواع الرئيسة من الصخور النارية:

وصف بعض الصخور النارية  
Description of Igneous Rocks

ومن أمثلتها الجرانيت والرايولايت والأوبسيديان وحجر الخفاف .

١ ( أ ) الجرانيت Granite: وهو صخر جوفي - حمضي - فاتح اللون - خشن الحبيبات، يتكون من المعادن الأساسية التالية :

كوارتز - فلسباريوتاسي - (أرثوكليز أو ميكروكليز) - بلاجوكيز صودي (البات وأحياناً أوليجوكليز) - ميكا (بيوتيت أو مسكوفيت) ؛ وقد يوجد فيه معدن الهورنبلند ولكن بنسبة أقل من المعادن السابقة ؛ كما قد يحتوي على بعض من المعادن الإضافية التالية : أبائيت - زيركون (زرقون) - ماجنيتايت - سفين، ويتميز الصخر بالنسيج الخشن، وقد يكون كبير الحبيبات أو دقيقاً، ولكن حبيباته دائماً واضحة التبلور. ويكون معدن الكوارتز في بعض الأحيان رمادي اللون ويوجد على هيئة كتل مستديرة وغير منتظمة تملأ المسافات البينية لبلورات المعادن الأخرى، أما الفلسبارات، فقد تظهر بالوان وردية إلى حمراء وأحياناً بيضاء .

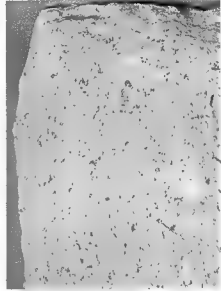
ب) الرايولايت Rhyolite : وهو صخر بركاني - حمضي - ذو تركيب معدني شبيه بتركيب الجرانيت، ولكنه يختلف عنه في النسيج، فهو ذو حبيبات دقيقة لا ترى بالعين المجردة، أو زجاجي أو بورفيري . ويلاحظ فيه تجمع معادن الفلسبار وظهورها في هيئة كتلة واحدة، في حين تنتشر من حولها حبيبات الكوارتز والبيوتيت. لونه فاتح، أو أبيض أو رمادي، وله ظلال من اللون الأحمر.

ج) الأوبسيديان Obsidian : وهو صخر كتلي - بركاني - زجاجي النسيج - يتراوح لونه من البني إلى الأسود نتيجة لوجود رقائق من الماجنيتايت ومعادن سيليكات الحديد ومغنسيوم، كما أن معظم أنواع الأوبسيديان غنية بالسيليكا، وتركيبها الكيميائي يشبه تركيب كل من الجرانيت والرايولايت .

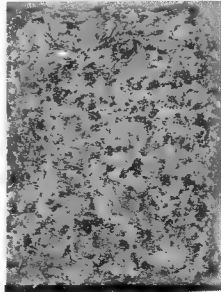
د) حجر الخفاف Pumice : وهو صخر بركاني - رايبليتي يشبه رغوة متحجرة - مسامي - خفيف الوزن وأسفنجي النسيج لونه فاتح، رمادي إلى داكن .

## ١ - الصخور الحمضية (الفلسية)

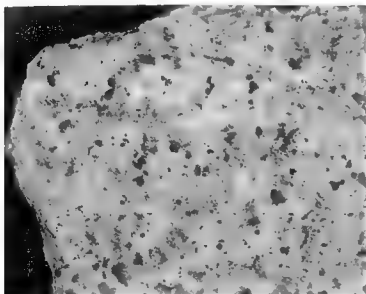
Acidic (Felsic) rocks



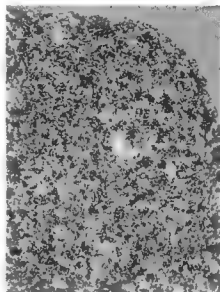
رايولايت (Mondadori, 1983)



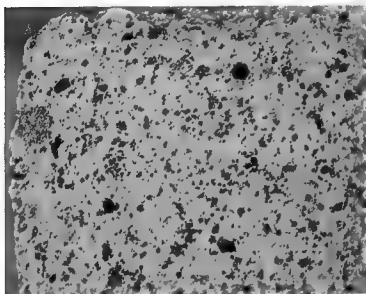
سيانيتات (Mondadori, 1983)



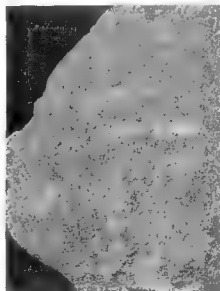
جرانيت P-83



ديورائيت (Mondadori, 1983)



جرانودیورائيت (Mondadori, 1983)



ديونائيت (Mondadori, 1983)



## ٢ - الصخور المتوسطة Intermediate rocks

ومن أمثلتها الدايوريت والأنديسايت.

١ ( الدايوريت Diorite : وهو صخر جوفي - خشن الحبيبات - ذو لون انتقالي بين الفاتح والغامق، مكوناته تقع بين الجرانيت والجابرو، ومن أهم المعادن الداخلة في تركيبه الهورنبلند والبيروكسين، في حين توجد به نسبة عالية من البلاجوكليس الصودي والكلسي، بينما تقل به نسبة الفلسبار البوتاسي، وغالبًا يتعلم فيه وجود الكوارتز؛ ونظرًا لكثرة المعادن المتعمدة فيه، فإن لونه يميل إلى الرمادي الفاتح.

ب) الأنديسايت Andesite : وهو صخر بركاني - متوسط يشبه الدايوريت في تركيبه الكيميائي والمعدني، رغم قلة الكوارتز فيه، ذو نسيج دقيق الحبيبات جدًا، معادنه الملونة تتمثل في الأوجايت والهورنبلند؛ لونه رمادي إلى أسود، وهو أكثر انتشارًا من الرايولايت وأقل من البازلت.

ومن أمثلتها الجابرو والبازلت.

## ٣ - الصخور القاعدية (المافية)

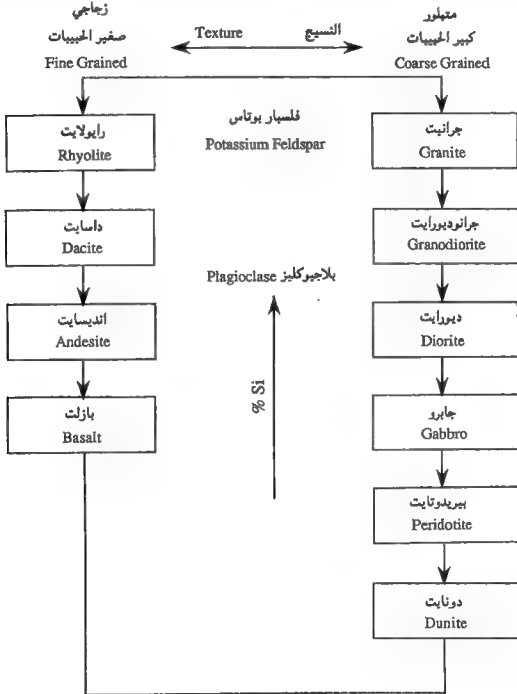
Basic (mafic) rocks

١ ( الجابرو Gabbro : وهو صخر جوفي - قاعدي - خشن الحبيبات - يتكون أساسًا من المعادن الغنية بالحديد ومغنسيوم، مثل الأوجايت والأوليفين وكمية لا بأس بها من الهورنبلند، وكذا معادن البلاجوكليس الكلسي، وأحيانًا الكوارتز ولكن بكميات ضئيلة جدًا أو معدومة، ولونه يتراوح من الرمادي الداكن إلى الأسود المخضر.

ب) البازلت Basalt : وهو صخر سطحي - قاعدي - لونه قاتم إلى رمادي غامق نظير صخر الجابرو في تركيبه، ويتكون من المعادن الأساسية التالية:

بلاجوكليس (لابرادورايت - ميانونايت)، بيروكسينات (أوجايت - داويوسايد - أنستاتيت وهابرزين)، أوليفين وأمفيبول علاوة على احتوائه على الملاجيتات كمواد إضافية. ويتميز البازلت بنسيج دقيق الحبيبات أويورفيري دقيق حيث توجد البلورات الواضحة على أرضية مسترة التبلور أو زجاجية، وأحيانًا يحتوي على فجوات نتيجة لهروب الغازات المحبوسة في الطفوح قبل تصلبها، وغالبًا تلك الفجوات فيها بعد بمعادن ثانوية لتكون ما يسمى بالنسيج اللوزي Amygdaloidal.

٤ - الصخور فوق القاعدية (فوق المافية) ومن أمثلتها الدونائيت Dunite ، وهو صخر جوفي - فوق قاعدي - يتكون من معدن الأوليفين وهو خشن ولونه قاتم يميل إلى الاخضرار. Ultrabasic rocks (Ultramafic)



شكل رقم (١٩) . تصنيف الصخور النارية على أساس النسيج

## الصخور الرسوبية

## Sedimentary Rocks

وهي مجموعة من الصخور التي تكونت نتيجة تفتت وتكسير صخور سابقة [نارية كانت أو متحولة أو رسوبية] وذلك بفعل عوامل التعرية المختلفة Weathering agents أو نتيجة لتجمع بعض المواد التي خلفتها أو أفرزتها حيوانات أو نباتات؛ وقد تم ترسيب المواد الناتجة عن التعرية تحت ظروف عادية من الضغط والحرارة في مكان التفتت نفسه، أو بعد نقلها إلى مكان آخر بعوامل النقل المختلفة، كالماء الجاري أو الرياح أو المثالج.

وبعد عملية الترسيب، تتصخر هذه الرواسب، أي تتماسك وتتصلد مكوناتها المختلفة نتيجة للضغط الواقع عليها من الرسوبيات التي تتجمع فوقها؛ وقد تتماسك بواسطة مادة لاحمة Cementing material تكون عادة كربونات الكالسيوم أو السيليكا أو أكاسيد الحديد؛ وتعرف هذه الصخور باسم الصخور الطبقية Stratified rocks (أو الصخور الثانوية Secondary rocks) لأنها توجد في هيئة طبقات Strata تتفاوت في السمك من ملليمترات إلى مئات الأمتار؛ وإذا زاد السمك عن ١ سم، سميت طبقة؛ وإذا قل عن ذلك سميت رقيقة أو صفيحة Lamina. كما أن هناك أنواعاً من هذه الصخور بلا طبقات، مثل رواسب المثالج (الجامد) Glaciers ورواسب الرياح التي لا تكون طبقاتها واضحة تماماً أو تكون طبقاتها كاذبة، ويهزى سبب وجود معظم الصخور الرسوبية في طبقات مختلفة التركيب أو اللون أو السمك إلى التسوقف المؤقت في الترسيب، أو إلى تغير الظروف الفيزيوكيميائية في بيئة الترسيب.

ومن أهم مميزات الصخور الرسوبية كذلك احتواؤها على الأحافير، واستدارة حبيباتها عند انتقالها مسافات كبيرة قبل ترسيبها وتصلدها؛ كما أنها غالباً لا تتكون من معادن واضحة التبلور، ولها عموماً أهمية اقتصادية كبيرة نظراً لتكوين كثير من المعادن الخام فيها، علاوة على كثرة وجود مسام وفجوات بها تسمح باستضافة الغازات أو الماء أو البترول فيها.

## التركيب المعدني Mineral Composition

التركيب المعدني للصخور الرسوبية عادة محدود ويتوقف على نوعية صخور المصدر ونواتج عملية التجوية فيها والتي تعطي بدورها ثلاثة أنواع من المواد التي تصبح فيما بعد صخوراً رسوبية وهي:

١ - النواتج الأولية الثابتة  
Survival products وتشمل المعادن والحبيبات والكسرات الصخرية المقاومة للتجوية الكيميائية كافة.

٢ - نواتج التحلل الثانوية  
Alteration products وهي عبارة عن المعادن الجديدة التي تنشأ نتيجة للتغيرات الكيميائية في الصخر الأصلي.

٣ - النواتج المذابة  
Dissolved products وهي المعادن التي قد تنشأ بعد الترسيب نتيجة لتبخر المحاليل أو تفاعلها بين الحبيبات. وعموماً، يمكن القول إن الصخور الرسوبية

عبارة عن مزيج أو خليط من عدة معادن أمكن التعرف حتى الآن على ما يقرب من ١٥٠ معدناً منها، إلا أن معظمها نادر الوجود. وهناك عشرون معدناً فقط تكوّن حوالي ٩٩٪ من مكونات الصخور الرسوبية.

والجدول رقم (٢٠) يوضح بعض المعادن الشائعة في هذه الصخور حسب كثرتها النسبية.

جدول رقم (٢٠). قائمة بأكثر المصادن شيوعاً مرتبة حسب كثرتها النسبية في الصخور الرسوبية

المعادن	أكثر من ١٠٪ من الصخر	أقل من ١٠٪ من الصخر	أقل من ١٪ من الصخر (معادن إضافية)
معادن فتاتية Detrital Minerals	كوارتز Quartz معادن طينية Clay, Minerals ميكافينة الحبيبات Coarse grained mica ميكافينة دقيقة Fine grained mica	شيرت فتاتي Detrital Chert ميكافضة الحبيبات Coarse grained mica	أكاسيد حديد Iron oxides زيركون Zircon تورمالين Tourmaline إيدوت Epidote جارنت Garnet هورنبلند Hornblende
معادن كيميائية Chemical Minerals	كالكسيت Calcite دولوميت Dolomite	شيرت Chert كوارتز ثانوي Secondary quartz جبس Gypsum	أناتاز Anatase

ومن الملاحظ أن الجزء الأكبر من الصخور الرسوبية الفتاتية Clastic rocks يتكون من رقائق معدنية مكسرة ومعرفة حملت إلى أماكن الترسيب بواسطة عوامل النقل الميكانيكية المختلفة، وتسمى هذه بالمعادن الفتاتية Detrital minerals. أما المعادن الكيميائية أو غير الفتاتية Non-detrital minerals، فإنها تنتج عادة من مواد مذابة ترسبت في أحواض الترسيب بالطرق الكيميائية أو البيوكيميائية.

ويرجع التباين في أنواع الصخور الرسوبية إلى اختلاف نسب الامتزاج بين المجموعتين المعدنيتين السابقتين، كما يتوقف الفتات في أي راسب على نوع صخر المصدر ودرجة تجوئته وعامل النقل، والمسافة التي انتقلها في حين يعتمد تكوين الجزء غير الفتاتي (الكيميائي) على نوعية العمليات الطبيعية والكيميائية التي تحدث في مكان الترسيب.

من الصعوبة بمكان تصنيف الصخور الرسوبية جميعها اعتياداً على خاصية معينة فيها، فمثلاً تصنيف الصخور الفتاتية Detrital rocks على أساس أحجام حبيباتها أو نسيجها أو تركيبها المعدني لا نجد له فائدة تذكر عند التطبيق على الصخور الرسوبية الكيميائية.

#### تصنيف الصخور الرسوبية

#### Classification of Sedimentary Rocks

فأي محاولة لوضع خطة تصنيفية واحدة تنطبق على الرواسب كافة ستقابل بالعديد من الصعوبات نظراً لطبيعة المواد الرسوبية المتعددة التكوين. وعليه فقد ظل موضوع تصنيف الصخور الرسوبية وتسميتها من المشكلات الرئيسة التي واجهت المختصين في هذا المجال، وقد اقترحت عدة طرق مختلفة من التصنيفات أهمها مايلي:

#### ١ - التصنيف الوصفي Descriptive classification

وهو يعتمد على خصائص أنسجة الرواسب أو على التركيب الكيميائي أو المعدني.

#### ٢ - التصنيف على أساس النشأة Genetic classification

وهو يعتمد على عوامل النقل المختلفة أو على نوعية عمليات الترسيب أو بيئات الترسيب.

ومن أهم طرق التصنيف تلك التي قسمت الصخور الرسوبية تبعا لطريقة تكوينها إلى ثلاثة أنواع رئيسة هي:

١ ( صخور ميكانيكية النشأة (فتاتية) Mechanically formed rocks (clastic)

٢ ( صخور كيميائية النشأة Chemically formed rocks

٣ ( صخور عضوية النشأة Organically formed rocks

أولاً: الصخور الميكانيكية النشأة  
Mechanically Formed Rocks  
هي عبارة عن مجموعة من الصخور تتكون من الحبيبات المعدنية والكسر الصخرية Minerals grains and rock fragments الناتجة عن تفتيت صخور سابقة بفعل عوامل التعرية، ثم نقلت ميكانيكياً إلى حوض الترسيب (بفعل الرياح أو المياه أو المثلج أو الجاذبية الأرضية)، وهناك تصلدت دون أن يطرأ عليها تغير كيميائي كبير حيث رسبت بطريقة آلية ثم تماسكت فيها بعد.

جدول رقم (٢١). الحبيبات الرسوبية والصخور الرسوبية المناظرة لها

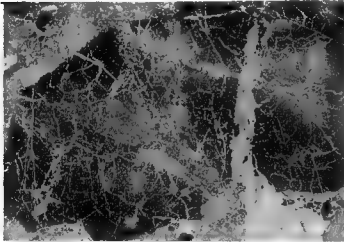
الحجم/ ملم	اسم الفتية أو الحبيبات	اسم الرسوبيات	اسم الصخور
أصغر من $\frac{1}{256}$	Clay حبة طين	Clay طين	حجر طيني أو طقل Claystone or shale
$\frac{1}{16} - \frac{1}{256}$	Silt حبة غرين	Silt غرين	حجر غريني Siltstone
$\frac{1}{16} - \frac{1}{2}$	Sand حبة رمل	Sand رمل	حجر رملي Sandstone
٢ - ٤	Granule حبيبة	Gravel	كونجولوميرات أو برشيا
٤ - ٦٤	Pebble حصي	Gravel	Conglomerate or
٦٤ - ٢٥٦	Cobble زلط	Gravel	Breccia
أكبر من ٢٥٦	Boulder جلمود	Gravel	

وعلى أساس حجم الفتيتات أو الحبيبات وشكلها، إن كانت زاوية Angular، أو مستديرة Rounded، يمكن تصنيف الحبيبات إلى ثلاثة أنواع رئيسية هي:

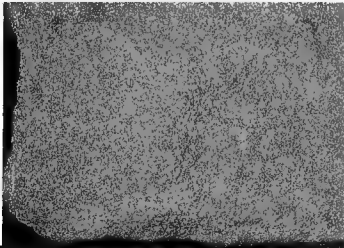
١ - كبيرة الحبيبات Coarse grained: وتوجد في جميع الصخور التي يزيد قطر حبيباتها على ٢ ملم ومن أمثلتها: صخر الكونجولوميرات (القف) بأنواعه Conglomerate ويلاحظ أن فتاته مستدير الحواف Rounded، وصخر البرشيا Breccia بأنواعها، وفيها نجد للفتات حواف زاوية Angular.

٢ - متوسطة الحبيبات Medium grained: وتوجد في جميع الصخور الرسوبية التي يتراوح قطر فتيتها ما بين ٢ ملم إلى  $\frac{1}{16}$  ملم، مثل

الحجر الرملي، أما تلك الصخور التي يتكون معظمها من حبيبات الكوارتز المستديرة الحواف أو الملتحمة بعضها ببعض بواسطة كربونات الكالسيوم أو السيليكا أو أكاسيد الحديد، فتسمى على التوالي الحجر الرملي الجيري والحجر الرملي السيليسي والحجر الرملي الحديدي. وأما إذا كانت لحبيبات الصخر زوايا حادة، فيسمى الصخر حجر الطاحون Grit. وفي حالة تكون غالبية الصخر من حبيبات السيليكا والفلسبار الزاوية والملتحمة بهادة سيليسية يسمى الصخر Arkose. وإذا كانت حبيبات الصخر زاوية وفيها نسبة عالية من فتات الكوارتز والفلسبار على أرضية من معادن الحديد والمغنسيوم (ميكا - هورنبلند)، فإن الصخر يسمى حينئذ الجرايواك Graywacke.

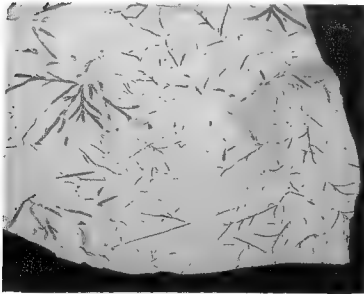


صخور ميكانيكية النشأة (كبيرة الحبيبات)  
(Mondadori, 1983)



صخور ميكانيكية النشأة (متوسطة الحبيبات)  
(Mondadori, 1983)

٣ - دقيقة الحبيبات Fine grained : وتتكوّن صخورها من فتيتات دقيقة لا يزيد حجم حباتها على  $\frac{1}{16}$  ملم ، مثل صخر المارل (الغضار) Marl وبه نسبة عالية من الجير والصلصال والطين الذي يحتوي على قليل من الماء (١٥٪) ، ويعطي رائحة طينية عندما يبلل بالماء أو يتم التنفس عليه . وعند وجود الحبيبات الصلصالية الدقيقة منتظمة وفي هيئة رقائق متراصة بعضها فوق بعض مكونة بذلك صفائح يمكن فصلها ، سمي الصخر بالطفل Shale . وإذا اتحدت فيه صفة التصفع سمي الصخر وحلاً أو حجراً طينياً Mud stone .



صخور ميكانيكية النشأة (دقيقة الحبيبات)  
(Mondadori, 1983)

وعند القيام بوصف أي صخر ميكانيكي النشأة (فتاتي) يجب علينا معالجة الآتي:

- ١ - حجم الحبيبات (يذكر قطر الحبيبات بالتقريب) .
- ٢ - شكل الحبيبات (مستديرة - زاوية - تحت زاوية . . الخ) .
- ٣ - درجة الفصل (جيدة - رديئة) .
- ٤ - التركيب المعدني
- ٥ - المادة اللاصقة (كلسية - سيليسية . . الخ) .
- ٦ - نوعية البنية الموجودة (متصفع أو كتلي . . الخ) .
- ٧ - محاولة التعرف على الصخر المصدر إذا أمكن .
- ٨ - الاسم المقترح للصخر .

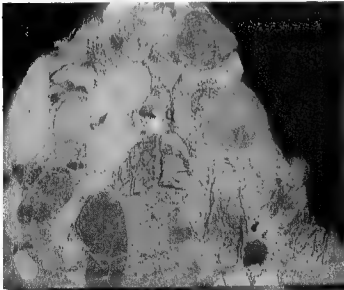


وفيا يلي وصف لبعض هذه الصخور:

● الكونجولوميرات Conglomerate : يتكون هذا الصخر من قطع صخرية مختلفة الأصل والتركيب المعدني، حبيباتها مستديرة الحواف ويزيد قطرها على ٢ ملم، وتتألف هذه القطع (حصباء - حصي - رمل خشن) فيما بينها بواسطة مواد لامة سيليسية - كلسية أو حديدية.

● حجر الرمل Sand stone : ويتكون هذا الصخر من حبيبات يتراوح قطرها ما بين (٢ - ١١) ملم ولها حواف مستديرة أو تحت زاوية. أما مكوناته المعدنية فهي الكوارتز مع نسب بسيطة من كل من الفلسبار البوناسي والبلاجوكليز ونسب ضئيلة جدًا من الزيركون والتورمالين والهورنبلند وبعض صفائح الميكا، إلا أننا نلاحظ أن الكوارتز هو المعدن المكون لمعظم الصخر. وتلتحم حبيباته بواسطة مواد لامة كلسية - سيليسية أو حديدية. وتعتبر هذه الصخور من نواتج تعرية وتكسير وتفتيت الصخور النارية الغنية بالكوارتز أو صخور أحجار الرمال القديمة.

● حجر الوحل «الطين» Mud stone : وهو عبارة عن صخر يتكون من حبيبات دقيقة لا يزيد قطرها على (١١) ملم، ومكوناته المعدنية صلصالية مع الكوارتز، علاوة على الميكا والمعادن الطينية. ويتكون هذا الصخر نتيجة لفقدان الماء وتصلد الوحل؛ وقد يحتوي الصخر على بقايا عضوية أو نباتية متفحمة وذلك مما يضيف عليه الألوان القاتمة والسوداء. أما في حالة احتوائه على أكاسيد الحديد والمنجنيز، فإنه يظهر باللون الأحمر أو الأصفر أو الأسود.



صخر الكونجولوميرات (Mondadori, 1983)

جدول رقم (٢٢). الصخور الرسوبية الميكانيكية النشأة

اسم الصخر	بيئة الترسيب	التركيب المعدني	التنسيج
كونجلوميرات (القفب) Conglomerate	مياه بحرية ضحلة	قطع صخرية	حبيبات خشنة أكبر من ٢ ملم وذات حواف مستديرة
بريشيا Breccia	خلجان مقفولة ومياه بحرية ضحلة قريبة من المصدر		حبيبات خشنة أكبر من ٢ ملم وذات حواف مزواة
الرمل Sand	شواطئ بحرية وكتبان رملية (قارية)	كوارتز	حبيبات متوسطة Medium grained
حجر الرمل Sandstone	شواطئ بحرية	كوارتز + معادن إضافية	
أ - حجر رمل كلسي Calcareous S.S.	أو نهريّة	المادة اللاحقة كربونات كالسيوم	
ب - حجر رمل حديدي Ferruginous S.S.	أو بحيرات	المادة اللاحقة حديدية (أكاسيد حديد)	
ج - حجر رمل سيليسي Siliceous S.S.	وسط مائي	المادة اللاحقة سيليكات ثانوية	
الأركوز Arkose	رواسب زوارق	كوارتز + ٢٥٪ فليشار على الأقل	
الجرابواك Graywacke	أرضية	كوارتز ما بين ٥٠ - ٧٥٪ + بيوتيت + هورنبلند فليشار	حبيبات دقيقة Fine grained
الطين (الصلصال) Clay	بحرية عميقة	معادن طينية + ١٥٪ ماء	
الغفل Shale	بحرية عميقة	كوارتز + معادن طينية	
حجر الوحل Mudstone	بحرية عميقة	كوارتز + معادن طينية	
الغرين Silt	بحرية عميقة	كوارتز + معادن طينية	حبيبات دقيقة أقل من ١/١٦ ملم ناعم الملمس كتلي غير متصفّح
			دقيق الحبيبات يتراوح قطرها ما بين ١/١٦ - ١/٢٥٦ ملم

## ثانياً - الصخور الكيميائية النشأة

## Chemically Formed Rocks

تتكون الصخور الرسوبية الكيميائية النشأة نتيجة للتفاعلات الكيميائية المختلفة أو نتيجة التبخر الذي يتم للمحاليل المائية المشبعة ببعض المواد الذاتية، ويعتمد التركيب المعدني للصخر على نوعية المواد اللدابة في حوض الترسيب.

هذا وقد أمكن تصنيف الصخور الكيميائية النشأة على أساس تركيبها الكيميائي Chemical composition كما تدل عليه مكوناتها المعدنية إلى أقسام رئيسة ثلاثة هي :

١ - صخور رسوبية كلسية (جيرية) *Calcareous sedimentary rocks*

تنتج هذه الصخور عن العمليات الكيميائية المختلفة. وتتكون أساساً من كربونات الكالسيوم، فبعض الصخور الجيرية المكونة من معدن الكالسيت ترسب من محاليل بيكربونات الكالسيوم نتيجة لفقدان غاز ثاني أكسيد الكربون ( $CO_2$ ). ويعد إعادة ترسب الكربونات من المحاليل المائية المشبعة، قد يحدث أن تذيب مياه الأمطار صخر الحجر الجيري لتكوّن مغارات ينشأ فيها ما يعرف بالصواعد Stalagmites والهوابط Stalactites. كما أن الكالسيت قد يترسب في شكل كرات صغيرة تتجمع فيما بينها مكونة ما يسمى الحجر الجيري البطروخي (مرثيا) Oolitic limestone، وذلك في بعض المناطق البحرية الضحلة والحارة المتأثرة بالأمواج القوية.

٢ - صخور رسوبية ملحية *Saline sedimentary rocks* : تتكون

هذه الصخور في العادة نتيجة التبخر في المناطق الجافة القليلة المطر والحارة، ويكون تركيبها الأساسي أحد الأملاح مثل الملح الصخري Rock salt الذي يتكون من كلوريد الصوديوم NaCl أو الجبس Gypsum أو الأنهيدرايت Anhydrite، وهذه توجد في البحيرات وفي البحار المختلفة.

٣ - صخور رسوبية سيليسية *Siliceous sedimentary rocks* :

تتكون هذه الصخور من مادة السيليكا المسترة التبلور التي ترسب من المحاليل الغروية Colloidal solutions الغنية بها. وتوجد في هيئة عقد Nodules أو درنات Concretions، مثل حجر الصوان (الفلز) Flint، وقد تظهر هذه الصخور السيليسية مصاحبة للحجر الجيري في شكل

عقد أو عدسات رقيقة من صخر الشيرت Chert ، وذلك نتيجة لزيادة نسبة السيليكا في الفجوات داخل الصخور الجيرية .

عند وصف أي عينة صخرية كيميائية النشأة يجب معالجة الآتي :

- ١ - لون الصخر.
- ٢ - حجم الحبيبات أو البلورات (تحديد القطر بالمليمتر بالتقريب).
- ٣ - اختبار تفاعل الصخر مع الحامض .
- ٤ - اختبار مذاق الصخر.
- ٥ - البحث عن الأحافير.
- ٦ - استنتاج بيئة الترسيب إذا أمكن .
- ٧ - الاسم المقترح للصخر.

وفيما يلي وصف لبعض هذه الصخور:

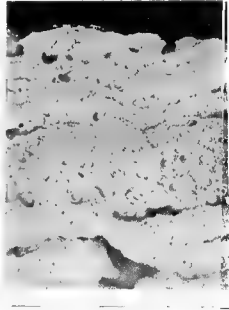
أ) حجر الجير Limestone : هو عبارة عن صخر مكون أساساً من كربونات الكالسيوم ، ويتراوح حجم حبيباته من الدقيقة الحجم جداً (لا ترى أحياناً بالعدسة المكبرة) إلى المتوسطة والخشنة الحبيبات ، وهي سهلة التفاعل مع حمض الهيدروكلوريك المخفف ، كما أن جميعها تترسب من محاليل غنية في بيكربونات الكالسيوم أما في البحار أو البحيرات .



حجر الجير (Mondadori, 1983)

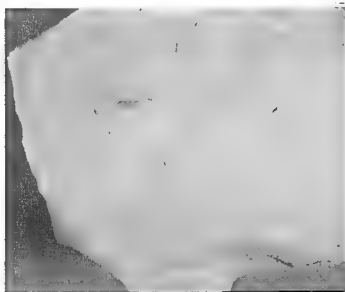
وقد يلاحظ في بعض الأحيان احتواء بعض أنواع الصخر على بقايا لكائنات حية Fossils . واعتياداً على درجة النقاوة ، يتراوح لون الصخر ما بين الأبيض والرمادي .

ب) غلنت أو الصوان «الفلز» Flint : ويتكون من السيليكا المتبلورة وغير المتبلورة ، ويتراوح لونه ما بين الأسود والرمادي ، ويوجد غالباً على هيئة عقد أو درنات Concretions مختلفة الأحجام . بعض أنواعه بها شوائب ملونة مثل أكاسيد الحديد والمنغنسيوم ، كما أنه مجهري الحبيبات .



ترامرتين (Mondadori, 1983)

ج) الجبس Gypsum : تتكون هذا الصخر نتيجة لتبخر الماء المحتوي على كبريتات الكالسيوم المائية - المذابة في مياه البحار المغلقة أو البحيرات ، وهو ذو لون أبيض أو عديم اللون ، ويتكون من حبيبات دقيقة إلى خشنة . وقد يوجد في هيئة كتل ذات هيئة ليفية ، وغالباً ما يظهر في هيئة طبقات أو صفائح .



دولوميت (Mondaderi, 1983)

جدول رقم (٢٣). الصخور الرسوبية الكيميائية الشائعة

اسم الصخر	التركيب الكيميائي	النسيج	بيئة الترسيب
حجر الجير المتبلور Crystalline L.S.	كالكسيت $\text{CaCO}_3$	خشن إلى متوسط الحبيبات	مياه بحرية أو بحيرات
حجر الجير البطرودي (السرني) Oolitic L.S.		تجمعات من البطاريخ	مياه بحرية ضحلة أو بحيرات
حجر الجير الأحفوري Fossiliferous L.S.		تجمعات من صدفات الأحياء على أرضية من كربونات الكالسيم	مياه بحرية
ترافرتين (مستركلسي) Travertine (Calc. Sinter)		دقيق إلى متوسط الحبيبات	حول الينابيع الحارة (قاري)
ستالاكتايت (هوابط) Stalactite		خشن إلى دقيق الحبيبات	سقوف الكهوف (قاري)
ستالاجمايت (صواعد) Stalagmite		خشن إلى دقيق الحبيبات	أرضيات الكهوف (قاري)
دولوميت Dolomite	دولوميت $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$	خشن إلى متوسط الحبيبات وأحياناً في هيئة بلورات معينة واضحة	مياه بحرية أو بالإحلال في حجر الجير على القارات

هي تلك الصخور التي لعبت الكائنات الحية دوراً في تكوينها، وهي نتيجة لتراكم مواد عضوية خلفتها أنواع الحياة المختلفة (نباتية - حيوانية)، فتراكمت تلك المخلفات في هيئة طبقات سميكة متناسكة منتجة ما يعرف بالصخور الرسوبية العضوية. وتعتبر عمليات التحلل بواسطة البكتريا والفطريات خلال الأزمنة الجيولوجية الطويلة، وكذا عمليات تفحم البقايا النباتية، ونقل الرواسب التي تعلو المخلفات من العوامل المهمة التي أدت إلى تصلب تلك الصخور العضوية وتكوينها.

وتنقسم الصخور العضوية المنشأة إلى مجموعتين رئيسيتين هما:

#### ١ - صخور (حيوانية المنشأة) *Animal Origin* وتشمل:

( أ ) صخور عضوية حيوانية جيرية: ومن أمثلتها:

الطباشير Chalk - والحجر الجيري المرجاني Coral limestone ، فالأول يتكون من تراكم هياكل الحيوانات البحرية الأولية (المنخريات Foraminifera)؛ وهو ناعم الملمس ويتفاعل مع الحمض المخفف (HCl) بشدة. بينما نتج الثاني عن تراكم أصداف هياكل الكائنات البحرية المكونة من كربونات الكالسيوم الجيدة التماسك. أما المصطلح كوكينا Coquina ، فيطلق على جميع الصخور التي تتكون كلياً من بقايا الأصداف البحرية المكونة أيضاً من كربونات الكالسيوم، وتكون ذات مظهر مسامي وضعيفة التماسك.

( ب ) صخور عضوية حيوانية فوسفاتية: ومن أمثلتها:

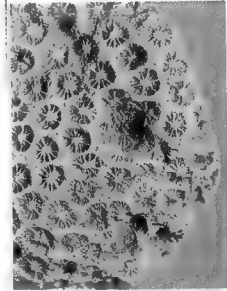
صخر الجوانو Guano ، ويتكون من تراكم إفرازات وإخراجات بعض الطيور البحرية، وله رائحة نفّاذة. أما الصخور التي تتكون نتيجة لتكدس وتفاعل وتحلل عظام وهياكل الأسماك والزواحف البحرية وهياكلها وما يؤدي إليه ذلك من تراكم لفوسفات الكالسيوم وتكوين صخور الفوسفات Phosphate rocks ، فهي توجد في هيئة طبقات عدسية وأحياناً درنات.

( ج ) صخور عضوية حيوانية سيليسية: ومن أمثلتها:

الرواسب الراديولارية Radiolarian deposits ، وهي صخور تكونت نتيجة لتصلد هياكل حيوانات دقيقة تعرف بالراديولاريا Radiolaria تتكون من السيليكا. ويتم ترسيب هذا النوع عادة في المياه البحرية العميقة.

ثالثاً - الصخور العضوية المنشأة

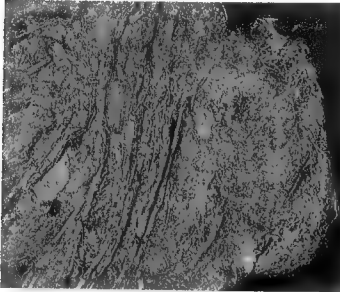
Organically Formed Rocks



حجر الجير المرجاني (Moudadori, 1983)

## ٢ - صخور (نباتية المنشأ) *Plant Origin* ومن أمثلتها:

البيت Peat ويعتبر من أرق أنواع رسوبيات الفحم ولونه بني أو بني مسود، ليفي المظهر رديء التماسك تكون نتيجة التحلل الجزئي للنباتات مع عمليات الدفن. أما صخور اللجنيت Lignite والأنتراسايت Anthracite فهذه رتب مختلفة للفحم تتفاوت فيها نسب الكربون التي هي على التوالي (٥٥ - ٧٢٪) و (٩٣ - ٩٨٪)، ويعتبر الأخير من أجود أنواع الفحم الحجري ويوجد في هيئة كتل صلبة. أما الأول فله مظهر ليفي متوسط الصلابة.



صخر البيت (Mondadori, 1983)



صخر الأنتراسايت (Mondadori, 1983)

## وصف بعض الصخور العضوية النشأة

عند محاولة وصف أي عينة منها يجب معالجة التالي :

- ١ - تحديد ما إذا كانت العينة نباتية أو حيوانية .
- ٢ - التعرف على نوع بقايا الكائنات الحية المكونة للعينة (أصداف مجهرية - قطع من أصداف كبيرة - بقايا نباتات . . الخ) .
- ٣ - تحديد التركيب المعدني (سيليسية - كلسية - كربونية - فوسفاتية . الخ) .
- ٤ - إعطاء فكرة مبسطة عن الكيفية التي تكون بها الصخر المأخوذة منه العينة .

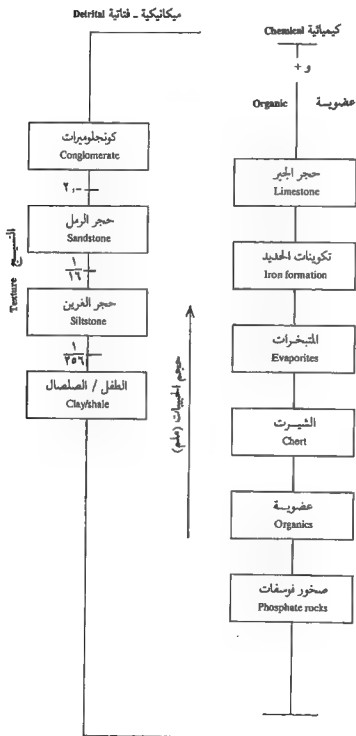
جدول رقم (٢٤) . الصخور الرسوبية العضوية النشأة

نوع الصخر	اسم الصخر	التركيب الكيميائي	النسيج	بيئة الترسب
رسوبيات حيوانية Animal Deposits	طباشير Chalk	كالسيت $\text{CaCO}_3$	أصداف ميكروسكوبية (عادة فورامينيفرا)	بحرية عميقة
	حجر الجير المرجاني Coral limestone	كالسيت $\text{CaCO}_3$	هياكل مرجانية جيدة التسمت	بحرية ضحلة إلى متوسط العمق
	كوكينا Coquina	كالسيت $\text{CaCO}_3$	أصداف وقطع صدفية ضعيفة التسمت	بحرية ضحلة
	صخور الفوسفات Phosphate rocks	فوسفات كالسيوم $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \text{Cl, F}$	عظام وهياكل الأسماك والزواحف مختلطة مع مواد فتاتية	بحرية
	جوانو - كويروليت Guano	مواد عضوية معقدة التركيب	إفرازات الطيور	قارية
رسوبيات نباتية Plant Deposits	رسوبيات راديولارية Radiolarian Ooze	سيليكات $\text{SiO}_2$	هياكل الراديولاريا الضعيفة التسمت	بحرية عميقة
	بيت (خث) Peat	كربون ٥٥٪ + ألياف خشنة	ليني هش	قارية
	لجنيت Lignitic	كربون ٥٥٪ - ٧٢٪ + ألياف خشبية	ليني متوسط الصلابة	قارية
	أنثراسيت Anthracite	كربون ٩٣ - ٩٨٪	كتلي صلب	قارية



جدول رقم (٢٥). تصنيف الصخور الرسوبية

توهية الترميب



## الصخور المتحولة

## Metamorphic Rocks

تتكون الصخور المتحولة نتيجة تأثير كل من الضغط والحرارة مع بخار الماء على الصخور النارية أو الرسوبية أو المتحولة. ويعرف التحول بأنه مجموعة من العمليات الجيولوجية التي أدت إلى تحول الصخور أو معادنها من حالتها الأساسية إلى حالتها الحاضرة؛ أي أنه عبارة عن تجاوب الصخور للتأثير المشترك للعوامل الثلاثة (الضغط - الحرارة - السوائل) مجتمعة أو منفردة. . ولكن في كثير من الأحيان يصبح الفصل بين تأثير كل من الضغط والحرارة في الصخور أمراً عسيراً. . ويمكن القول إن عملية التحول هي في الواقع انعكاس لحالة الاتزان الجديدة التي انتهى إليها الصخر.

## أولاً: عوامل التحول الرئيسة

## Main Metamorphic Factors

## ١ - الحرارة Temperature

تعتبر الحرارة عاملاً مهماً من عوامل التحول والزيادة في درجة الحرارة. ويمكن أن تؤدي إلى تبلور بعض المعادن المكونة للصخر أو انصهار الصخر كلياً ثم تبلوره مع البرودة ثانية منتجاً صخوراً متحولاً آخر له صفات جديدة من حيث تركيبه المعدني أو نسيجه. ويتراوح درجة حرارة التحول ما بين ٢٠٠ - ٧٥٠°م وأهم مصادرها هي: حرارة الدفن - حرارة البراكين المحلية - حرارة الأجسام النارية المتداخلة - حرارة الاحتكاك - حرارة المواد المشعة.

## ٢ - الضغط Pressure

الارتفاع في الضغط يكون نتيجة الدفن تحت وزن صخور الغطاء أو بسبب الحركات البنائية. . فنجد مثلاً أن حبيبات الصخر تعيد تنظيم نفسها في اتجاه عمودي على اتجاه الضغط، وقد تعيد بعض المعادن تبلورها. والضغط إما أن يكون موجهاً Directed pressure، وهو الواقع على الأجزاء العليا من القشرة الأرضية، أو يكون ضغطاً منتظماً Balanced pressure، وهو المؤثر على الأجزاء السفلى من القشرة. كما يسمى الأول بالضغط السديناميكي Dynamic والآخر بالضغط الاستاتيكي Static.

## ٣ - السوائل (المحاليل الكيميائية) Fluids

تلعب السوائل والأبخرة والغازات دوراً مهماً جداً وخصوصاً في إعادة تبلور المعادن. ويعتبر الماء من أكثر المحاليل شيوعاً لأنه يلعب دوراً

رئيساً في إتمام عمليات التحول، وقد يكون وسيلة لنقل بعض العناصر من الصهير إلى الصخور المجاورة أي يكون مادة حاملة لبعض الغازات المتبقية من الصهير. وقد يكون الماء صهيرياً أو ماءً محبوساً بين الفراغات والمسام في الصخر، أو ماءً ناتجاً عن فقدان بعض المعادن للماء التركيبي فيها.

ثانياً : عمليات التحول

Processes of Metamorphism

والعمليات التي تحدث في الصخر وتؤدي إلى تحوله معقدة جداً ويمكن تلخيصها في التالي :

#### ١ - إعادة الاتحاد الكيميائي *Chemical recombination*

وهذه العملية يتم نمو معادن جديدة من المكونات الكيميائية للمعادن نفسها الموجودة في الصخر الأصلي، وتكون هذه المعادن أكثر ثباتاً تحت الظروف الجديدة من الضغط والحرارة. كما نلاحظ أن المحاليل المائية التي تتخلل الفجوات لها دور كبير في تسير تحرك الأيونات - Mobilization of ions وذلك تتم إعادة الاتحاد الكيميائي للعناصر الموجودة في الصخور وإعادة تبلورها، أو يحدث استبدال كيميائي فتستبدل بعض العناصر أماكنها بآماكن عناصر أخرى تدخل في البناء البلوري للمعادن الموجودة بالصخر قبل أن يتحول.

#### ٢ - التشويه الميكانيكي *Mechanical deformation*

من المعروف أن زيادة الضغط في اتجاهين متضادين تؤدي إلى عملية طي وتصدع وقص Shearing وطحن للصخر الموجود على جانبي الصدع. وهنا تعمل الزيادة في الضغط على إعادة ترتيب المعادن الصفائح أو المنشورية أو المسطحة (الميك) في اتجاه عمودي على اتجاه الضغط السائد. وقد يكون هذا الاتجاه غير مواز لاتجاه مستوى التطابق للصخر الأصلي.

#### ٣ - الانصهار الجزئي *Differential melting*

مع زيادة درجة الحرارة تنصهر بعض مكونات الصخر. وعندما تبرد تعطي للصخر التسيج المبقع Spotted، كما نلاحظ في بعض أنواع صخر الهورنفلس Hornfels.

#### ٤ - إعادة التبلور *Re-crystallization*

وتحدث عملية إعادة تبلور الصخر نتيجة الانصهار بفعل الحرارة ثم البرودة، وقد ينتج عن ذلك تكون بلورات كبيرة على حساب البلورات

الصغيرة الموجودة في الصخر الأصلي قبل تحوله، ويزداد حجم هذه البلورات كلما زادت درجة التحول.

هناك ثلاثة أنواع رئيسة للتحول هي :

١ - التحول بالتلامس والحراري، *Contact "thermal" metamorphism*

ويتم هذا التحول بجوار المتداخلات النارية تحت تأثير الارتفاع الشديد في درجة الحرارة، أي أن عامل التحول السائد هو الحرارة علاوة على الغازات والسوائل الخارجة من المتدخلة. ومن أمثلة هذا النوع من التحول - صخر الهورنفلس Hornfels والرخام Marble.

ثالثاً: أنواع التحول

Types of Metamorphism

جدول رقم (٢٦). أصل بعض أنواع الصخور المتحولة ونوع عملية التحول

الصخر المتحول	نوع التحول	اسم الصخر الأصلي
الأردواز Slate	إقليمي - منخفض	الطفل - الرماد البركاني
الفيللايت Phyllite	إقليمي - تحت متوسط	الطفل - الأردواز - خليط من صخور نارية متحولة رسوبية
الشيست Schist	إقليمي - متوسط	الطفل - الحجر الجيري والرملي - الفيللايت
الغيس Gneiss	إقليمي - مرتفع	خليط من صخور نارية متحولة رسوبية كونجلوميرات - الجرانيت
كوارتزيت Quartzite	حراري	صخور رسوبية (حجر الرمل)
هورنفلس Hornfels	حراري	خليط من صخور نارية متحولة - رسوبية - الصلصال - البازلت
الرخام Marble	حراري	صخر الجير والدولوميت

## ٢ - التحول الإقليمي *Regional metamorphism*

يتم هذا التحول تحت التأثير المشترك لكل من الضغط والحرارة ويحدث ذلك ببطء شديد ويؤثر على مساحات شاسعة. ويظهر تأثير هذا التحول في التركيب المعدني، وكذلك في النسيج الصخري الذي يتغير ليلائم الظروف الجديدة، كما نلاحظ هنا أن تأثير الضغط أكثر أهمية من تأثير الحرارة. ومن أمثلة هذا النوع من التحول - صخر الغيس Gneiss والشيست Schist.



جدول رقم (٢٨) . تقسيم الصخور المتحولة

## ١ ( الصخور المتورقة Foliated Rocks

النسيج		التركيب المعدني					اسم الصخر
حبيبات موجهة Oriented grains	غير متطبق Non-layered	حبيبات دقيقة جدا Very fine grained					Slate الارذواز
		حبيبات دقيقة Fine grained					الفيللايت Phyllite
		حبيبات كبيرة Coarse grained					الشيسيت Schist
	متطبق Layered	حبيبات كبيرة Coarse grained	بيروكسين Pyroxene	مغنيزول Amphibole	فلسبار Feldspar	كوارتز Quartz	النايس Gneiss

## ب ( الصخور غير المتورقة Non-Foliated Rocks

النسيج	التركيب المعدني	اسم الصخر
حبيبات كبيرة Coarse grained	قطع صخرية مشوهة لأي نوع من الصخور Deformed fragment of any rocks	ميثاكونجلوميرات Metaconglomerate
Fine to coarse grained دقيق - خشن الحبيبات	Quartz كوارتز	كوارتزيت Quartzite
Fine to coarse grained	كالسيت أو دولومايت Calcite or Dolomite	الرخام Marble
دقيق جدا - دقيق الحبيبات Very fine grained	فلسبار - ميكا - أولفين - هورنبلند - جارت - كوارتز Feldspar, Mica, Olivine, Hornblende, Granit. Quartz	الهرنفلس Hornfels

### وصف بعض الصخور المتحولة

عند وصف أي صخر متحول يجب مراعاة التالي:

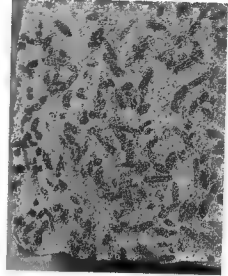
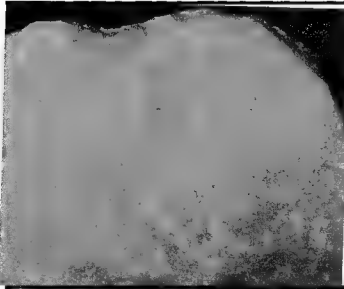
- ١ - نوع التحول (حراري - إقليمي - ميكانيكي) والدلائل عليه، وهي على التوالي: معادن غير موجّهة - معادن موجّهة - أو صخور مكسرة ومطحونة.
- ٢ - نسيج الصخر (حجم الحبيبات: دقيقة - متوسطة - كبيرة).
- ٣ - الصخر الأصلي الذي تحول عنه (رسوبي - متحول - ناري).
- ٤ - المكونات المعدنية.
- ٥ - رتبة التحول (منخفضة - متوسطة - مرتفعة) والدلائل عليها، وهي على التوالي: وجود معادن الكلوريت أو الجارنت - أو السليباتيت.
- ٦ - الاسم المقترح للصخر.

#### ١ - الأردواز State

صخر متحول بفعل الضغط الشديد والحرارة المنخفضة نسبياً (إقليمي)، متورق و يتميز بنسيج دقيق الحبيبات، ومكون من كلوريت وميكا وكوارتز نتج عن الصخور الرسوبية (الطفل).

#### ٢ - الرخام Marble

عبارة عن صخر متحول حرارياً، كتلي غير متورق، ويمتاز عموماً بنسيج حبيبي يتراوح ما بين الخشن والدقيق، مكون من كالكسيت وأحياناً دولوميت، ونتج من الصخور الكلسية أو الدولوميتية النقية نسبياً.



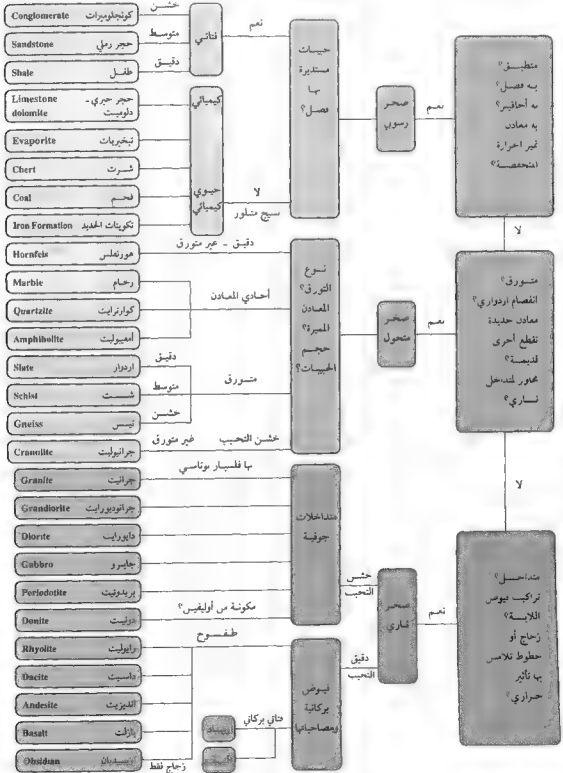
الأردواز المرقط (Mondadori, 1983)



التاليس (Mondadori, 1983)

الرخام (Mondadori, 1983)

جدول رقم (٢٩) جدول مبسط للتعرف مبدئياً على الصخور الشائعة





## المراجع

- أولاً : المراجع العربية
- التركي، خالد إبراهيم وأبو صقر، محمد محمود (١٩٧٥م). علم الأرض (عملي)، دار الكتاب الجامعي، الرياض.
- حسن، محمد يوسف شريف، عمر حسين، النقاش، عدنان باقر (١٩٨٧م). أساسيات علم الجيولوجيا، جون وايلي وأولاده، لندن.
- حلمي، محمد عز الدين (١٩٧٤م). علم المعادن، ط٣، مكتبة الأنجلو المصرية، ج.م.ع.
- رادين، عبدالعزيز عبدالمالك وعبدالقادر، عبدالعزيز (١٩٨٥م). الجيولوجيا العملية، تهامة للنشر، جدة.

- ثانياً : المراجع الإنجليزية
- Berry, L.G. et al. (1983). *Mineralogy*. Freeman & Co., New York.
- Dietrich, R.V. and Wicander, R. (1983). *Minerals, Rocks & Fossils*. John Wiley & Sons, New York.
- Desautels, P.E. (1974). *Rocks & Minerals*. Hamlyn Publishing Group Ltd, London.
- Medenbach, O. and Wilk, H. (1986) *The Magic of Minerals*. Springer-Verlag, Bertin.
- Mondadori, A. (ed.) (1983). *The Macdonald Encyclopedia of Rocks & Minerals*. Macdonald & Co. Ltd. London.
- Press, F. and Siever, R. (1986) *Earth*. Freeman & Co., New York.
- Simpson, B. (1983) *Rocks & Minerals*. Pergaman Press, Oxford.
- Tarbutck, E. J. and Butgens, F.K. (1984) *The Earth*. Merrill Publication Co., London.



## كشاف المصطلحات



### (عربي - إنجليزي)

Apetite	لبيت ١٦، ٢٥، ٢٩، ٣١، ٤٠، ٤٨، ٥٢
Obsidian	أوبسيديان ٦٤، ٦٩
Fossils	أحافير ٦٠، ٧٣، ٨٢، ٨٣
Sedimentary basins	أحواض الترسيب ٥٩
Physicochemical conditions	أحوال فيزيوكيميائية ٦٨
Aragonite	أراجونيت ٥، ٣٠، ٣٢، ٤٠، ٤٧، ٥٢
Eyrthrite	أرثرات ٥٣
Argentite	أرجنتيت ٥٥
Slate	إردواز ٩٠، ٩١، ٩٢، ٩٣، ٩٤
Arsenopyrite	أرزينيريت ٢٢، ٢٤، ٣٠، ٣٩، ٤٩، ٥٢
Groundmass	أرضية الصخر ٦٣
Arkose	أركوز ٧٧، ٨٠
Azurite	أزورثيت ١١، ٣١، ٤٠، ٤٧، ٥٣
Asbestos	أسبستوس ١٥
Stromolite	إسترومليت ٥٥
Scoria	إسكوريا ٦٥
Atomic radiation	إشعاع ذري ٢٥
Radioactivity	إشعاعية ٦
X-ray	أشعة سينية ١١
Chemical recombination	إعادة الاتحاد الكيميائي ٨٩
Re-crystallization	إعادة البلور ٨٩
Iron oxides	أكاسيد الحديد ١٢، ٧٨، ٧٣، ٧٤، ٧٧، ٧٩، ٨٠، ٨٢
Albite	ألبيت ٣٦، ٤١، ٥١، ٦٩
Allochomatic	اللوكروماتيك (متعددة الألوان) ٨
Ilmenite	إلمينات ٢٩، ٥٣
Aluminum	ألومنيوم ١، ٥٢
Illite	إليت ٢٢
Leucite	ليوسيت ٣٦
Amethyst	أماتيست ٧
Ambygonite	أمبلونيت ٥٢
Amphiboles	أمفيبولات ٣٤، ٦٦، ٦٧، ٩٦
Nitre	أملاح النتر ٢٣
Anatase	أناتاز ٧٤
Antimony	أنتيمون ٣٩، ٥٢
Anthracite	أنتراسيت ٨٥، ٨٦

Andesite	أنديزيت ٦٦، ٦٧، ٧١، ٧٢
Andalusite	أندالوسيت ٣٣، ٤٠، ٤٩
Enargite	أنرجيت ٥٣
Enstatite	إنستاتيت ٣٤، ٤٠، ٧١
Melting	الانصهار ٨٩، ٩١
Differential melting	انصهار جزئي ٨٩
Fusibility	انصهارية ٦، ٢٦
Parting	انفصال ٦، ١٩
Cleavage	انقسام (تشقق) ١٧، ١٨، ١٩، ٤٥ - ٥٢
Slaty cleavage	انقسام لردوازي ٩
Perfect cleavage	انقسام جيد ١٧
Imperfect cleavage	انقسام غير جيد ١٧
Anhydrite	أنهيدريت ٢٩، ٤١، ٤٧، ٥٢، ٨١
Types of metamorphism	أنواع التحول ٩٠
Anorthite	أنورثايت ٣٦، ٥١
Opal	أوبال ١١، ٢٨، ٤٦، ٥٤
Augite	أوجايت ٤١، ٥١، ٧١
Orpiment	أوريمنت ٥٢
Octahedrite	أوكتاهيدرايت ٥٥
Oligoclase	أوليغوكلاز ٦٩
Olivine	أوليفين ١٧، ١٨، ٢٣، ٣٣، ٣٧، ٤٠، ٤٩، ٦٦، ٧١، ٧٢، ٩٢
Olivines	أوليفينات ٦٧



Barite	بارايت ٢٤، ٢٩، ٣٩، ٤٨، ٥٢
Barium	باريوم ٥٢
Basalt	بازلت ٦٦، ٧١، ٧٢، ٩٤
Bytownite	بايتونايت ٧١
Pyrite	بايرايت ٢٢، ٢٤، ٣٠، ٣٩، ٤٩، ٥٣
Pitchblende	بشبلند ١٥، ٢٥، ٥٥
Brucite	بروسايت ٤٤
Proustite	بروسايت ٥٥
Brookite	بروكايت ٥٥
Peridotite	بريدوتايت ٦٧، ٧٢، ٩٤
Breccia	بريشيا ٧٦، ٨٠
Faults breccia	بريشيا الصلوع ٩١
Luster	بريق ١٣، ٤٥، ٥٣
Splendent	بريق باهر ١٣
Earthy (dull) luster	بريق ترابي (قاتم) ١٥
Silky luster	بريق حريري ١٥
Vitreous luster	بريق زجاجي ١٤

Shining luster	بريق سامع ۱۳
Resinous luster	بريق صمغي ۱۵
Metallic luster	بريق فلزي ۱۳، ۱۴
Pitchy luster	بريق قاري (زغفي) ۱۵
Non-metallic luster	بريق لانفزي ۱۳، ۱۴
Glimmering	بريق لامع ۱۳
Pearly luster	بريق لؤلؤي ۱۵
Adamantine luster	بريق ماسي ۱۴
Beryl	بريل ۳۴، ۳۷، ۴۱
Bismuth (Bi)	بزموت ۲۸، ۳۹، ۵۲
Platinum	پلاتين ۵۴
Plagioclase	پلاجيوكلاز ۳۷، ۶۶، ۶۷، ۷۲، ۷۹
Sodium plagioclase	پلاجيوكلاز صودي ۳۶، ۷۱
Phenocryst	بلورات ظاهرة (فينوکرست) ۶۳
Rock crystal	بلور صخري ۱۵
Potassium	پوتاسيوم ۱، ۲۵، ۵۵
Borasil	بوراسيت ۵۴
Borax	بوراکس ۵۵
Bourbonite	بورونيت ۵۴
Bornite	بورنيت ۵۳
Bauxite	بوکسيت ۵۲
Wuji	البيت ۸۵، ۸۶
Pyragyrine	پیراجیرایت ۵۵
Pyroxene	پيروکسين ۳۴، ۳۷، ۳۸، ۶۶، ۷۱، ۹۲
Pyroxenes	پيروکسينات ۷۱
Pyroclastic	پيروکلاست ۳۹، ۵۴
Pyrrhotite	پيرروتيت ۲۴
Calcium bicarbonate	يکربونات الكالسيوم ۸۱
Biotite	بيوتيت ۲۱، ۳۴، ۳۷، ۳۸، ۴۱، ۵۱، ۶۶، ۶۹، ۹۱
Pumice	پومس ۶۶
Enviroment	بيئه ۹۱
Enviroment of deposition	بيئه الترسيب ۸۷، ۸۳، ۸۶



Baking	تکثير حراري ۸۸
Cryptocrystalline	تبلور مستقر ۹، ۶۵
Tetrahedrite	تراهيدرايت ۵۳
Flexibility	ثني ۲۱
Sub-vitreous	تحت زجاجي ۱۵

Sub-metallic	تحت فلزي ١٤
Mobilization of ions	تحرك الأيونات ٨٩
Regional metamorphism	تحول إقليمي ٩٠
Contact-thermal metamorphism	تحول بالتلاصق (الحراري) ٩٠
Dynamic metamorphism	تحول ديناميكي ٩١
Travertine (Calc. Sinter)	ترافيرتين (ستر كلسي) ٨٣
Turquoise	تركواز (فيروز) ٥٢
Chemical composition	تركيب كيميائي ٢٣، ٣٩، ٥٢، ٦٠، ٦٢، ٦٦، ٨١، ٨٣، ٨٦
Mineral composition	تركيب معدني ٦٠، ٦٢، ٦٧، ٧٣، ٩٠، ٩٢
Tridymite	تريديمايت ٢٣
Tremolite	تريمولايت ٣٤، ٣٦
Mechanical deformation	تشويه ميكانيكي ٨٩
Tarnish	تصدؤ ١١
Genetic classification	تصنيف على أساس النشأة ٧٥
Descriptive classification	تصنيف وصفي ٧٥
Phosphorescence	تفسفر ١١
Flourescence	تفلور ١١
Dana's classification	تقسيم دانا ٢٦
Talc	تلك ١٦، ٢١، ٢٣، ٤١، ٥١
Tenacity	لجاسكية ٦، ٢١
Topaz	توباز ١٥، ١٦، ٢٤، ٤١، ٥٠
Tourmaline	تورمالين ٥١، ٦٨، ٧٤، ٧٩
Titanium	تيتانيوم ١، ٧، ٥٥



Idiochromatic	ثابتة اللون ٨
Specific gravity	ثقل نوعي ٦، ٢٣، ٢٤، ٤٥، ٥١
Average specific gravity	ثقل نوعي متوسط ٢٤
Trigonal	ثلاثي ٢٣



Gabbro	جابرو ٧١، ٧٢، ٩٤
Garnet	جارنت ٣٨، ٥٠
Galena	جالينا ٨، ١٥، ٢٤، ٣٩، ٤٨، ٥٤
Stain spar	جيس ليفي ١٥
Gibbsite	جيسايت ٥٢
Jasper	جيسر ٧
Graphite	جرافيت ٦، ١٢، ٢١، ٣٤، ٣٦، ٣٩، ٤٥، ٥٢

Granodiorite	جرايتودايوريت ٦٦ ، ٧٠ ، ٧٢ ، ٩٤
Granite	جرايت ٦٦ ، ٦٩ ، ٧٠ ، ٧٣ ، ٩٤
Graywacke	جرايواك ٧٧ ، ٨٠
Boulder	جلمود ٧٦
Guanos	جوانو ٨٤ ، ٨٦
Goethite	جوثايت ١٢ ، ٢٩ ، ٥٣

## ح

Mineral grains	حببات معدنية ٧٦
Oriented grains	حببات موجهة ٧٦
Granule	حبيبة ٧٦
Fossiliferous lime stone	حجر جير أحفوري ٨٣
Crystalline lime stone	حجر جير متبلور ٨٣
Oolitic lime stone	حجر جيرى بطروئى ٨١ ، ٨٣
Coral lime stone	حجر جيرى مرجاني ٨٤ ، ٨٦
Pumice	حجر الخفاف ٦٩
Sand stone	حجر رمل ٧٦ ، ٧٧ ، ٧٩ ، ٨٠ ، ٨٧ ، ٩٤
Grit	حجر الطاحون ٧٧
Claystone	حجر طيني ٧٦ ، ٧٧
Silt-stone	حجر غريني ٧٦ ، ٨٠ ، ٨٧
Moonstone	حجر القمر ١١
Mudstone	حجر الوحل ٧٨ ، ٧٩ ، ٨٠
Iron	حديد ٧ ، ٢٨ ، ٣٣ ، ٣٩ ، ٥٣
Temperature	حرارة ٨٨ ، ٩٠
Pebble	حصى ٧٦
Lava	حمم (اللابا) ٦٢

## خ

Ductility	خاصية السحب (المسحوية) ٢١
Hardness anisotropy	خاصية عدم تماهي الصلابة ١٧
Chatoyancy	خاصية عين الحجر ١١
Harsh touch	خشن للمس ٢٣
Optical properties	خصائص بصرية ٦
Cohesive properties	خصائص تماسكية ٦ ، ١٦
Sense properties	خصائص حسية ٦ ، ٢٢

## د

Dacite	داسايت ٦٦ ، ٧٣ ، ٩٤
Diopase	دايوتاس ٥٣

Diopside	دايوسايد ٤١ ، ٥١ ، ٧٠
Exotic	دخيل ٧
High grade metamorphism	درجة تحول عالية ٩١
Intermediate grade metamorphism	درجة تحول متوسطة ٩١
Low grade metamorphism	درجة تحول منخفضة ٩١
Concretions	دوكلات ٨١ ، ٨٢
Rock cycle	دورة صخرية ٦١
Dunite	دونايت ٦٦ ، ٧٠ ، ٧٢ ، ٩٤
Diorite	ديورايت ٦٧ ، ٦٨ ، ٧٠ ، ٧٢ ، ٩٤



Gold	ذهب ٧ ، ١٤ ، ٢١ ، ٢٤ ، ٢٦ ، ٢٨ ، ٣٩ ، ٤٥ ، ٥٣
Solubility	ذوبان ٦ ، ٢٦



Radiolaria	راديلولاريا ٨٤ ، ٨٦
Odour	رائحة ٦
Garlic odour	رائحة ثومية ٢٢
Argillaceous odour	رائحة طينية ٢٢ ، ٨٠
Fetid odour	رائحة عفنة (زئبق) ٢٢
Bituminous odour	رائحة قطرانية (بيتومينية) ٢٢
Sulphurous odour	رائحة كبريتية ٢٢
Rhyolite	رايولايت ٦٦ ، ٦٧ ، ٦٩ ، ٧١ ، ٧٢ ، ٩٤
Tetrahedron	رباعي الأوجه ٣٣
Marble	رشم ٩١ ، ٩٢ ، ٩٣
Lead	رصاص ٢٨ ، ٣٠ ، ٣٩ ، ٥٤
Lamina	رقبة أو صفيحة ٧٣
Ash	رماد ٩٤
Sand	رمل ٧٦
Sediments	رواسب ٨٤
Radiolarian deposits	رواسب راديلولارية ٨٤ ، ٨٦
Glaciers	رواسب للجليد (المجارد) ٧٣
Rutile	روتيل ١٤ ، ٣٩ ، ٤٦ ، ٥٥
Realgar	ريملجار ٥٢



Angular	زاوية ٧٦
Volcanic glass	زجاج بركاني ٦٥



Zircon	زركون (زركون) ٧٤ ، ٧٣ ، ٤١ ، ٤٩ ، ٦٩ ، ٧٤ ، ٧٩
Arsenic (As)	زرنيخ ٢٨ ، ٣٩ ، ٥٢
Cobble	زلط ٧٦
Zinc	زنك ٣٠ ، ٥٥
Zincite	زنكيت ٣٩ ، ٤٦ ، ٥٥
Mercury (Hg)	زئبق ٢٨ ، ٣٩ ، ٥٤

س

Spinel	سبينيل ٢٨ ، ٥٢
Stibnite	سبينايت ٥٢
Strontianite	سترونشيانايت ٥٥
Sills	سلود ٦٢
Serpentine	سريتين ٢٣ ، ٣٨ ، ٤١ ، ٥١
Sphalerite	سفاليريت ١٨ ، ٣٠ ، ٣٩ ، ٤٨ ، ٥٥
Sphene	سفين ٦٩
Celestite	سلستيت ٥٥
Double chain	سلسلة مزدوجة ٣٤ ، ٣٧
Single chain	سلسلة منفردة ٣٤ ، ٣٧
Sylvite	سلفيت ٥٥
Sillimanite	سيليمايت ٤٠ ، ٤٩ ، ٩١ ، ٩٣
Smithsonite	سمثونيت ٣٣ ، ٤٠ ، ٤٧ ، ٥٥
Syenite	سينايت ٦٦ ، ٦٩
Siderite	سيدرايت ٤٠ ، ٤٧ ، ٥٣
Cerargyrite	سيرارجيرايت ٥٥
Cerussite	سيروسايت ٥٤
Sylvanite	سيلفاناييت ٥٣
Tectosilicates	سيلكات رباعي الأوجه الشبكية (تكتوسيلكات) ٣٥ ، ٣٧ ، ٤١
Phyllosilicates	سيلكات رباعي الأوجه الصفائحية (فيلوسيلكات) ٣٤ ، ٣٧ ، ٤١
Sorosilicates	سيلكات رباعي الأوجه للزنجية (سوروسيلكات) ٣٤ ، ٣٧ ، ٤١
Cyclosilicates	سيلكات رباعي الأوجه الحلقية (سيكلوسيلكات) ٣٤ ، ٣٧ ، ٤١
Inosilicates	سيلكات رباعي الأوجه السلسلة (إينوسيلكات) ٣٣ ، ٣٧ ، ٤١
Nesosilicates	سيلكات رباعي الأوجه المنفردة (نيزوسيلكات) ٣٣ ، ٣٧ ، ٤٠
Silicon	سيليكون ٥٤
Cinnabar	سينبار ٢٤ ، ٣٧ ، ٤٩ ، ٥٤

ش

Staurolite	شترووليت ٤١ ، ٥٠
Diaphaneity	شفافية ١٥
Chert	شريت ٧٤ ، ٨٧ ، ٨٧ ، ٩٤

Detrital chert	شبرت فتاتي ٧٤
Schist	شيس٩٠، ٩١، ٩٢



Greasy touch	صابوني الملمس ٧٣
Marl	صخر المارل (الغضار) ٧٨
Volcanic rocks	صخور بركانية ٦٢
Hypabyssal	صخور تحت سطحية ٥٩، ٦٢
Secondary rocks	صخور ثانوية ٥٩، ٧٣
Intrusive rocks	صخور جوفية ٦٢
Acidic rocks	صخور حمضية ٦٩
Sedimentary rocks	صخور رسوبية (ثلاثية) ٢٨، ٣٠، ٥٩، ٦١، ٧٣، ٧٤، ٧٦، ٨٧، ٨٨
Siliceous sedimentary rocks	صخور رسوبية سيليسية ٨١
Clastic rocks	صخور رسوبية فتاتية ٨٧
Saline sedimentary rocks	صخور رسوبية ملحية ٨١
Stratified rocks	صخور طباقية ٧٣
Organically formed rocks	صخور عضوية المنشأ ٧٦، ٨٤، ٨٦
Plutonic rocks	صخور عميقة النشأ (بلوتونية) ٥٩، ٦٢
Sialo-Leucocratic rocks	صخور فاتحة اللون ٦٨
Felsic (Acidic) rocks	صخور حمضية (فلسية) ٦٧، ٦٩
Phosphate rocks	صخور الفوسفات ٨٤، ٨٦
Ultramafic-hypemelanitic rocks	صخور فوق فاتحة اللون ٦٨
Mafic-melanocratic rocks	صخور فاتحة اللون ٦٨
Basic rocks	صخور قاعدية ٦٦
Massive rocks	صخور كتلية ٦٢
Chemically formed rocks	صخور كيميائية المنشأ ٧٦، ٧٧، ٨١، ٨٣
Mafic (basic) rocks	صخور قاعدية (مافية) ٧١
Metamorphic rocks	صخور متحولة ٦٠، ٨٨، ٩٠، ٩١، ٩٢
Foliated metamorphic rocks	صخور متحولة غير متورقة ٩١، ٩٢
Extrusive rocks	صخور متخرجة ٦٢
Intermediate - mesocratic rocks	صخور متوسطة اللون ٦٨
Source rocks	صخور المصدر ٧٥
Mechanically formed (clastic) rocks	صخور ميكانيكية المنشأ (فتاتية) ٧٦، ٧٧، ٧٨، ٨٠
Igneous rocks	صخور نارية ٥٩، ٦٢، ٧٢، ٨٨
Electric properties	صفات كهربائية ٢٥
Magnetic properties	صفات مغناطيسية ٢٤
Hardness	صلابة ٦، ١٦، ١٧، ٤٥، ٥٩
Stalagmites	صواعد ٨١، ٨٣

Sodalite	صوداليت ٣٤ ، ٤١ ، ٥٠
Flint	صوان (فلنت) ٢٠ ، ٨١ ، ٨٢
Soda	صودا كاوية ٢٢
Sodium	صوديوم ١ ، ٥٥

## ض

Pressure	ضغط ٨٨
Static pressure	ضغط استاتيكي ٨٨
Dynamic pressure	ضغط ديناميكي ٨٨
Balanced pressure	ضغط منظم ٨٨
Directed pressure	ضغط موجه ٨٨

## ط

Chalk	طباشير ٨٤ ، ٨٦
Beds, strata	طبقات ٦٠ ، ٦٢
Lenticular beds	طبقات عدسية ٨٤
Bed	طبقة ٧٣
Taste	طعم (مذاق) ٢٢
Tuff	طف ٩٤
Shale	طفل ٧٨ ، ٨٠ ، ٨٧
Clay	طين ٧٦ ، ٧٨

## ظ

Luminescence	ظاهرة التلوه ١٠
Change of colours	ظاهرة تغير الألوان ١٠
Play of colours	ظاهرة تلاعب الألوان ٩
Opalescence	ظاهرة اللآلئ ١١

## ع

Geiger counters	عدادات جيغر ٢٥
Scintillometer	عداد الوميض ٢٥
Colourless	عديم اللون ٧
Nodules	عقد ٨١
Agate	عقيق ٩
Metamorphic processes	عمليات تحول ٦٠ ، ٨٩ ، ٩٠
Weathering process	عملية تجوية ٧٤
Sedimentation	عملية ترسيب ٧٣
Weathering agents	عوامل تعرية ٧٣

Tiger's eye	عين النمر ١١
Cat's eye	عين القط ١١



Silt	غرين ٧٦
Lithosphere	خلاف يابس ٥٩
Non-layerd	غير متطبق ٩٧



Franz Isodynamic Separator	فاصل مغناطيسي كهربائي ٢٥
Vanadinite	فانادييت ٥٤
Pyroclastic	فتات بركاني ٩٤
Anthracite	لحم ٥٩
Franklinite	فراנקلينييت ٥٣
Silver	فضة ٢١، ٢٤، ٢٦، ٢٧، ٣٩، ٥٥
Feldspar	فلسبار ١٨، ٢٨، ٢٧، ٢٨، ٩١، ٩٢
Alkali feldspars	فلسبارات قلوية ٦٧
Potassium feldspar	فلسبار بوتاسي ٣٦، ٦٩، ٧٢، ٧٩
Felsic	فلسية ٦٩
Flourite	فلوريت ١٥، ١٦، ١٨، ٣٠، ٤٠، ٤٦، ٥٢، ٦٨
Phyllite	فيللايت ٩٠، ٩٧
Volcanic lava	فيوض بركانية ٩٤



Tin	قصدير ٥٥
Magma	قطر (جها) ٥٩، ٦٢
Dykes	قواطع ٦٧



Cassiterite	كاستيرايت ٣٩، ٤٦، ٥٥
Chalcedony	كالسيديوني ٥٩، ٦٢
Calcite	كالكسيت ١٥، ١٦، ١٨، ٢٤، ٢٦، ٣٠، ٣٨، ٤٠، ٤٤، ٥٢، ٧٤، ٨١، ٨٣، ٨٦، ٩٤
Calcium	كالكسيوم ١، ٥٢
Chalcopyrite	كالكوبرايت ١١، ٣٠، ٣٨، ٤٩، ٥٣
Chalcocite	كالكوسايت ٣٠، ٣٩، ٤٨، ٥٣
Kaolinite	كاولين ٢١، ٢٢، ٢٦
Sulphur	كبريت ٨، ٢١، ٢٢، ٢٨، ٣٩، ٤٥، ٥٥

<b>Items</b>	<b>کتاب</b>
Carbon	کربون ٦، ٢٣، ٥٢
Calcium carbonate	کربنات کالسیوم ٢١، ٧٤، ٨٠، ٨١، ٨٣، ٨٤
Chrysocolla	کریسوکولا ٥٣
Chromite	کرومیت ٢٨، ٣٩، ٤٦، ٥٣
Crystobalite	کریستوبالیت ٢٣، ٣٦
Cryolite	کریولیت ٥٢
Rock fragments	کسرات صخره ٧٦
Calaverite	کالافرایت ٥٣
Chlorite	کلوریت ٣٨، ٩١، ٩٢، ٩٣
Electricity	کهریه ٦
Quartz	کوارتز ٧، ١٥، ١٦، ١٨، ٢٠، ٢٣-٢٦، ٢٨، ٣٦، ٣٨، ٤١، ٥٠، ٥٤، ٦٦-٦٩، ٧١، ٧٤، ٧٧، ٨٠، ٩١، ٩٢
Secondary quartz	کوارتز ثانوی ٧٢
Quartzite	کوارتزیت ٩٠، ٩١، ٩٢، ٩٤
Cobalt	کوبالت ٥٣
Cobaltite	کوبالتیت ٥٣
Cuprite	کوپرایت ٥٣
Cordunthum	کوردنم ١٦، ٢٤، ٢٩، ٣٨، ٤٥، ٥٢
Ruby	کوردنم بحر (یاقوت بحر) ٨
Sapphire	کوردنم آبی (یاقوت آبی) ٨
Covellite	کوفیلایت ٥٣
Coquina	کوکینا ٨٤، ٨٦
Conglomerate	کونگلومیرت (القف) ٧٦، ٧٩، ٨٧
Kynalte	کینالیت ١٧، ٣٣، ٤٠، ٤٩
Mode of occurrence	کیفیه الوجود ٦٢



Labradorite	لآبرادرایت ١٠، ٧١
Lignite	لجنیت ٨٥، ٨٦
Streak plate	لوخ الخفس ١٢
Colour	لون ٦، ٤٥، ٦٢، ٦٨
Inherent colour	لون ثابت ٧
Limonite	لیمونایت ٣٩، ٤٥، ٥٣
Sectile	لین ٢١



Magnetite	ماجنتیت ٨، ١٢، ٢٤، ٢٨، ٣٩، ٤٥، ٥٣، ٦٩
Magnesite	ماجنتیزیت ٣٠، ٤٠، ٤٧، ٥٤
Cementing material	مادة لاصقة ٧٣، ٧٨، ٨٠

Marcasite	ملوكاسيت ٥٣
Diamond	الماس ٩، ١١، ١٤، ١٦، ٢٣، ٢٦، ٣٩، ٥٢
Evaporites	متبخرات ٨٧
Intrusions, non-stratified	متداخلات لاطبقية ٦٠
Layered	متطبق ٩٧
Foliated	متورقة ٩١
Feldspathoid group	مجموعة أنشياء الفلسبار ٣٦
Feldspar group	مجموعة الفلسبارات ٣٦
Oxide minerals group	مجموعة معادن الأكاسيد ٢٨، ٣٩، ٤٥، ٤٦
Silicates minerals group	مجموعة معادن السيليكات ٣١، ٤٠، ٤٩، ٥٣
Phosphate minerals group	مجموعة معادن الفوسفات ٣٩، ٤٠، ٤٨
Native elements group	مجموعة معادن عنصرية ٢٦، ٣٩
Sulphate minerals group	مجموعة معادن الكبريتات ٢٩، ٣٩، ٤٧
Sulfide minerals group	مجموعة معادن الكبريتيدات ٣٠، ٣٩، ٤٨
Carbonate minerals group	مجموعة معادن الكربونات ٣٠، ٤٠، ٤٧
Halide minerals group	مجموعة معادن الهاليدات ٣٠، ٤٠، ٤٦
Water solutions	محاليل مائية ٨٩
Saturated water solutions	محاليل مائية مشبعة ٨١
Colloidal solutions	محاليل غروية ٨١
B - Axis	محور عمودي على طول البلورة ١٧
C - Axis	محور مواز لطول البلورة ١٧
Streak	خدش ٦، ١٢، ٤٥، ٥٣
Alkaline taste	مذاق قلوي ٢٢
Bitter taste	مذاق مر ٢٢
Cooling taste	مذاق مرطب ٢٢
Sour taste	مذاق مزز ٢٢
Saline taste	مذاق ملحي ٢٢
Elastic	مرن ٢١
Rounded	مستديرة ٧٦
Cleavage planes	مستويات انقسام ١٧، ١٨
Muscovite	مسكوفيت ١٨، ٢١، ٢٨، ٤٠، ٥١، ٩١
Banding	مصقوفة ٩١
Minerals	معادن ٥، ١٥
Essential minerals	معادن أساسية ٢٦، ٦٧، ٧١
Accessory minerals	معادن إضافية ٢٦، ٦٧، ٨٠
Primary minerals	معادن أولية ٢٦
Secondary minerals	معادن ثانوية ٢٦، ٧١
Ferromagnesian minerals	معادن حديد-وهمتسيوم ٦٧، ٧١
Transparent minerals	معادن شفافة ١٥
Platy minerals	معادن صفائحية ٩١

Detrital minerals	معادن فُتاتية ٧٤
Metallic minerals	معادن فلزية ٦، ١٣، ٢٣، ٢٤
Chemical minerals	معادن كيميائية ٧٤
Non-metallic minerals	معادن لافلزية ٦، ١٣، ٢٣، ٢٤
Opaque minerals	معادن معتمة ١٥، ٧١
Prismatic minerals	معادن منشورية ٨٩
Translucent minerals	معادن نصف شفافة ١٥
Heavy mineral	معدن ثقيل ١٤
Very heavy mineral	معدن ثقيل جدا ٢٤
Light mineral	معدن خفيف ٢٤
Brittle mineral	معدن هش ٢١
Orthorhombic	معيني قائم ٢٣
Bar magnet	مغناطيس يلموي ٢٤
Magnetism	مغناطيسية ٦
Magnesium	مغنسيوم ٥٤
Malleability	مطروية ٢١
Mohs scale of hardness	مقياس موهس للصلادة ١٦
Pigments, inclusions	مكتنفات ٧
Fracture	مكسر ٦، ٢٠، ٤٥، ٥٣
Uneven fracture	مكسر غير مستوي ٢٠
Concoidal fracture	مكسر شعاري ٢٠
Even fracture	مكسر مستوي ٢٠
Hackly fracture	مكسر مسنن (مشرش) ٢٠
Cubic	مكعب ٢٣
Iron formation	مكونات حديد ٩٤
Materials of the earth crust	مكونات القشرة الأرضية ١
Malchite	ملاكيت ٧، ١٢، ٣٠، ٤٠، ٤٧، ٥٣
Epsom salt	ملح إبسوم ٢٢
Rock salt	ملح صخري ٨١
Millerite	ملييرايت ٥٤
Touch	لمس ٦، ٢٢
Manganite	منجانييت ٥٤
Foraminifera	منخريات ٨٤
Molybdenite	موليبدينيت ٣٠، ٣٩، ٤٩، ٥٤
Molybdenum	موليبدينم ٥٤
Metaconglomerate	ميتاكونجولوميرات ٩٢
Mica	ميكاف ٢٦، ٣٤، ٣٧، ٦٩، ٧٧، ٧٩، ٩٢
Microcline	ميكروكلين ٣٦، ٥٠، ٦٩

Sooth touch	ناعم اللمس ٢٣
Copper	نحاس ٧، ١٤، ٢٠، ٢٤، ٢٧، ٣٩، ٤٥، ٥٣
Native copper	نحاس حر (عنصري) ٢١
Texture	نسيج ٦٠، ٦٢، ٦٣، ٦٥، ٧٢، ٨٣، ٨٧، ٩٢
Porphyritic texture	نسيج بورفيرى ٦٢
Phaneritic texture	نسيج خشن الحبيبات ٦٣
Porphyritic phaneritic texture	نسيج خشن الحبيبات بورفيرى ٦٣
Aphanitic texture	نسيج دقيق الحبيبات ٦٣، ٦٥، ٧٨
Porphyritic aphanitic text	نسيج دقيق الحبيبات بورفيرى ٦٤، ٦٥
Vitreous texture	نسيج زجاجي ٦٣، ٦٤، ٦٥
Vitrophyric texture	نسيج زجاجي بورفيرى (قروفرى) ٦٥
Pyroclastic	نسيج فتاتي ٦٥
Phelsophyric texture	نسيج فلسوفيرى ٦٥، ٦٦
Amygdaloidal texture	نسيج لوزي ٧١
Holocrystalline	نسيج كامل البلور ٦٢
Spotted texture	نسيج مبقع ٨٩
Natron	نطرون ٢٢
Nepheline	نفلين ٥٠
Survival products	نواتج أولية ثابتة ٧٤
Alteration products	نواتج تحلل ثانوية ٧٤
Dissolved products	نواتج مذابة ٧٤
Rock type	نوع الصخر ٩٠
Gneiss	نيس ٩٠، ٩١، ٩٢، ٩٤

Halite	هاليت ١٨، ٢٢، ٢٦، ٣٠، ٣٨، ٤٠، ٤٦، ٥٥
Hyperssthene	هايميرثين ٣٤، ٤١، ٧١
Stalactites	هوابط ٨٣
Hornblende	هورنبلند ١٨، ٢٦، ٣٤، ٣٧، ٣٨، ٤١، ٥١، ٦٩، ٧١، ٧٧، ٧٩، ٩٢
Hornfels	هورنفلس ٩٠، ٩٢، ٩٤
Hematite	هيماتيت ١٢، ١٥، ٢٤، ٢٨، ٤٥

Sand paper	ورق الصنفرة ٢٣
Wolframite	ولفراميت ٥٣
Wulfenite	ولفينيت ٥٤
Witherite	ويلثيرايت ٥٢

Uranium	يورانيوم ٢٥، ٥٥
Uraninite	يورانيونيت ٢٥، ٥٥



(إنجليزي - عربي)

A

Accessories 68  
Acidic rocks 69  
Adamantine luster 34, 37, 41  
Agate 9  
Albite 36, 41, 51, 69  
Alkaline taste 22  
Allochromatic 8  
Alteration products 74  
Aluminum 1, 52  
Amblygonite 52  
Amethyst 7  
Amphiboles 34, 66, 67, 96  
Amygdaloidal texture 71  
Anatase 74  
Andalusite 33, 40, 49  
Andesite 66, 67, 71, 72  
Anglesite 54  
Angular 76  
Anhydrite 29, 41, 47, 52, 81  
Anorthite 36, 51  
Anthracite 59, 85, 86  
Antimony 39, 52  
Apatite 16, 25, 29, 31, 40, 48, 52  
Aphanitic texture 63, 65, 70  
Aragonite 5, 30, 32, 40, 47, 52  
Argentite 55  
Argillaceous odour 23, 80  
Arkose 77, 80  
Arsenic 28, 38, 52  
Arsenopyrite 22, 24, 30, 39, 49, 53  
Atomic radiation 25  
Augite 41, 51, 71  
Average specific gr. 24  
Azurite 11, 31, 40, 47, 53

معدن إضافية  
صخور حمضية  
بريق ماسي  
عقيق  
الألبايت  
مذاق قلوي  
اللوكروماتيك (متعددة الألوان)  
نواتج التحلل الثانوية  
الألمنيوم  
امبلجونيت  
أمايست  
الأمفيبول  
النسيج الأموزي  
أناتاز  
الأنديالسايت  
الأنديزايت  
انجلسيت  
زاوية  
الانهدرايت  
الأنورثايت  
الأنثراسيت  
الانتيمون  
الأباتيت  
نسيج دقيق الحبيبات  
أراجونايت  
أرجنتيت  
الرائحة الطينية  
أركوز  
الزرنيخ  
الأروزينايرايت  
الإشعاع الذري  
أوجايت  
ثقل نوعي متوسط  
أزورايت

B

Balanced pressure 88  
Banding 91  
Barite 24, 29, 39, 48, 52

ضغط متظم  
مصفوفة  
البارايت

Barium 52	الباريوم
Bar magnet 24	المغناطيسي اليدوي
Basalt 66, 71, 72, 94	البازلت
Basic rocks 66	صخور قاعدية
Bauxite 52	بوكسيت
B - axis 17	المحور العمودي على طول البلورة
Beryl 34, 37, 41	البريل
Biote 21, 34, 37, 38, 41, 51, 66, 69, 91	البيوتيت
Bismuth 28, 39, 52	البيزموت
Bitter taste 22	مذاق مر
Bituminous odour 22	الرائحة القطرانية (البترولية)
Borax 54	بوراسايت
Borax 55	بوراكس
Bornite 53	بورنيت
Boulder 76	جلمود
Bourmonite 54	بورمونيت
Breccia 91	بريشيا
Brittle mineral 21	معدن هش
Brookite 55	بروكايت
Brucite 54	بروسايت



Calcareous sedimentary rocks 81	صخور كلسية رسوبية
Calaverite 53	كلافيرايت
Calcite 15, 18, 24, 26, 30, 38, 40, 47	الكلسيت
Calcium 1, 52	الكالسيوم
Carbonate minerals group 30, 40, 47	مجموعة معادن الكربونات
Cassiterite 39, 46, 55	الكاستيرات
Cat's eye 11	عين الحمر
C - axis 17	المحور الموازي لطول البلورة
Celestine 55	سليستين
Cementing material 73, 78, 80	مادة لاصقة
Cerargyrite 55	سيراجيرايت
Cerussite 54	سيروسايت
Chalcedony 15	الكالسيدوني
Chalcocite 30, 39, 48, 53	الكالكوسايت
Chalcopyrite 11, 30, 39, 49, 57	الكالكوبايرايت
Chalk 84, 86	الطباشير
Change of colours 10	ظاهرة تغير الألوان
Chatoyancy 11	خاصية عين الحمر

Chemical composition 23, 39, 52, 60, 62, 66, 81, 83, 86	التركيب الكيميائي
Chemical minerals 74	معادن كيميائية
Chemical recombination 89	إعادة الاتحاد الكيميائي
Chemically formed rocks 76, 77, 81, 83	صخور كيميائية المنشأ
Chert 74, 82, 87, 94	شيرت
Chlorite 38, 91, 92, 93	كلورايت
Chromite 28, 39, 46, 53	الكروميت
Chrysocolla 53	كريسوكولا
Cinnabar 24, 37, 49, 54	السينابار
Clastic rocks 87	الصخور الرسوبية الفتاتية
Clay 76, 78	طين
Clay stone 76, 78	حجر طيني
Cleavage 17, 18, 45, 52	الانقسام (التشقق)
Cleavage planes 17, 18	مستويات الانقسام
Coarse grained 63, 76	كبيرة الحبيبات
Cobalt 53	الكوبالت
Cobaltite 53	كوبالتيت
Cobble 76	زلط
Cohesive properties 6, 16	الخصائص التماسكية
Colloidal solutions 81	المحاليل الغروية
Colour 6, 45, 62, 68	لون
Colourless 7	عديم اللون
Concoidal fracture 20	المكسر المحلوري
Concretions 81, 82	درنات
Conglomerate 76, 79, 87	الكونجلوميرات
Contact (thermal) metamorphism 90	التحول بالتلامس (الحراري)
Cooling taste 22	مذاق مرطب
Copper 7, 14, 20, 24, 27, 39, 45, 53	نحاس
Coquina 84, 86	كوكينا
Coral limestone 84, 86	الحجر الجيري المرجاني
Corundum 16, 24, 29, 38, 45, 52	الكوروندم
Covellite 53	كوفيللات
Cristobalite 23	الكريستوباليت
Cryolite 52	كربولايت
Cryptocrystalline 9, 45	تبلور مستتر
Crystalline lime stone 83	حجر الجير للتبلور
Cubic 23	مكعب
Cuprite 53	كوبرايت
Cyclosilicates 34, 37, 41	سيليكات رباعي الأوجه الحلقية

## D

Dacite 66, 73, 94	داسايت
Dana's classification 26	تقسيم دانا
Descriptive classification 75	التصنيف الوصفي
Detrital chert 74	شيرت فتاتي
Detrital minerals 71	المعادن الفتاتية
Detrital rocks 75, 87	الصخور الفتاتية
Diamond 6, 9, 16, 39	الماس
Diaphaneity 15	الشفافية
Differential melting 89	الانصهار الجزئي
Diopside 41, 51, 71	دايوسايد
Diopase 53	دايوتاس
Diorite 67, 68, 70, 72, 94	الديورايت
Directed pressure 88	ضغط موجه
Dissolved products 74	النواتج المذابة
Dolomite 30, 38, 40, 47, 54, 74, 83	دولوميت
Double chain 34, 37	سلسلة مزدوجة
Ductility 21	خاصية السحب (المسحوقية)
Dunite 66, 70, 72, 94	الدونيت
Dykes 62	قواطع
Dynamic metamorphism 91	التحول الديناميكي
Dynamic pressure 88	الضغط الديناميكي

## E

Earthy (dull) luster 15	البريق الترابي (القاتم)
Elastic 21	مرن
Electric properties 25	الصفات الكهربائية
Electrical separation process 25	الفصل الكهربوسائتي
Electricity 6	كهربية
Enargite 53	انرجيت
Enstatite 34, 40, 71	انستاتيت
Environment 91	البيئة
Epidote 34, 37, 41, 74	إيبيدوت
Epson salt 22	ملح الألبوم
Erythrite 53	ارثيرايت
Essential minerals 26, 67, 71	معادن أساسية
Evaporite 87	التبخرات
Even fracture 20	المكسر المستوي
Exotic 7	دخيل
Extrusive rocks 62	صخور متخرجة

**F**

Fault breccia 91	بريشيا الصدوع
Feldspar group 18, 28, 36, 38, 91, 92	مجموعة الفلسبارات
Feldspathoid group 36	مجموعة أشباه الفلسبار
Felsic minerals 69	معادن فلسية
Felsic (Acidic) rocks 67, 69	الصخور الحمضية (الفلسية)
Fetid odour 22	الرائحة العفنة (الزئبقية)
Fine grained 64, 78	دقيق الحبيب
Flexibility 21	النتي
Flint 20, 81, 82	الصوان (فلنت)
Flourescence 11	تفلور
Flourite 11, 15, 16, 18, 30, 46, 52, 68	فلوراييت
Fluids 88, 91	السوائل
Foliation 91	متورقة
Foliated metamorphic rocks 91, 92	الصخور المتحولة المتورقة
Foraminifera 84	المخريعات
Fossiliferous lime stone 83	حجر الجير الأحفوري
Fossils 60, 73, 82, 83	أحافير
Fracture 6, 20, 45, 53	مكسر
Franklinite 53	فراينكلينيت
Frans Isodynamic Separator 25	الفاصل المناطيسي الكهربائي
Fusibility 6, 26	إنصهارية

**G**

Gabbro 66, 71, 72, 94	جابرو
Galena 8, 15, 24, 39, 48, 54	جالينا
Garlic odour 22	رائحة الثوم
Garnet 38, 50	جارنت
Geiger counters 25	عدادات جييجر
Genetic classification 75	التصنيف على أساس النشأة
Gilbbsite 52	جيبسايت
Glacier 73	رواسب المتالحج (الجلالند)
Glimmering 13	بريق لامع
Glassy 63	زجاجي
Gnats 91, 92, 94	النيس
Goethite 12, 29, 53	جوتثايت
Gold 7, 14, 21, 24, 26, 28, 39, 45, 53	ذهب
Graphite 6, 12, 21, 24, 26, 39, 45, 52	جرافيت
Granierite 54	جرانيراييت
Granite 66, 68, 70, 73, 94	جرانيت

Granodiorite 66, 70, 72, 94	جرانوديورايت
Granule 76	حببية
Gravel 76	حصى
Graywacke 77, 80	جرابواك
Greasy touch 23	صلبوزي لللمس
Grit 76, 78	حجر الطاحون
Groundmass 63	أرضية الصخر
Guano 84, 86	جوانو
Gypsum 15, 16, 21, 24, 29, 38, 40, 48, 52, 74, 81, 82	جبس

## H

Hackly fracture 20	الكسر المسن (المشرش)
Halide minerals group 30, 40, 46	مجموعة معادن الهاليدات
Halite 18, 22, 26, 30, 38, 40, 46, 55	هاليت
Hardness 6, 16, 17, 45, 51	صلادة
Hardness anisotropy 17	خاصية عدم تماهي الصلادة
Harsh touch 23	خشن لللمس
Heavy mineral 24	معدن ثقيل
Hematite 12, 15, 24, 28, 45	هيماتيت
High grade metamorphism 91	درجة تحول عالية
Holocrystalline 62	نسيج كامل التبلور
Hornblende 18, 26, 34, 37, 38, 41, 51, 69, 71, 77, 79, 92	هورنبلند
Hornfels 90, 92, 94	هورنفلس
Hypabyssal 59, 62	صخور تحت سطحية
Hypersthene 34, 41, 71	هايرستين

## I

Idiochromatic 8	ثابتة اللون
Igneous rocks 59, 62, 72, 88	صخور نارية
Illite 22	إليت
Ilmenite 29, 53	إلمينايت
Imperfect cleavage 17	الانقسام غير الجيد
Inclusions 7	مكتنفات
Inherent colour 7	لون ثابت
Inosilicates 34, 37, 41	سيليكات رباعي الأوجه المسلسلة (اينوسيليكات)
Intermediate grade metamorphism 91	درجة تحول متوسطة
Intermediate mesocratic 68	صخور متوسطة اللون
Intrusions non-stratified 60	متداخلات لاطيفية
Intrusive rocks 62	صخور متداخلة
Iron 88, 90	حديد
Iron oxides 12, 28, 73, 74, 77, 79, 80, 82	أكاسيد الحديد

Jamesonite 54	جيمسونيت
Jasper 7	جسبر

Kaoline 21	كاولين
Kaolinite 21, 22, 26	كاولينيت
Kyanite 17, 33, 40, 49	كيانات

Labradorite 10, 71	لابرادورايت
Lamina 73	رقبة أو صفيحة
Lava 62	الحمم (اللابية)
Lead 28, 30, 39, 54	رصاص
Leucite 36	ليوسايت
Light mineral 24	معدن خفيف
Lignite 85, 86	لجنيت
Lime stone 81, 82, 83	حجر الجير
Limonite 39, 45, 53	ليمونيت
Lithosphere 59	الغلاف اليابس
Low grade metamorphism 91	درجة تحول منخفضة
Luminescence 10	ظاهرة التلوه
Luster 6, 13, 45, 53	بريق

Mafic (basic) rocks 71	الصخور القاعدية (الماغية)
Mafic melanocratic rocks 68	صخور قائمة اللون
Mafic minerals 68	معدن قائمة
Magma 59, 62	القطر (المجيا)
Magnetic properties 24	الصفات المغناطيسية
Magnetism 6	مغناطيسية
Magnetite 30, 40, 47, 54	ماجنتايت
Magnesium 54	مغنسيوم
Magnetite 8, 12, 24, 28, 39, 45, 53, 69	ماجنتايت
Malachite 7, 12, 30, 40, 47, 53	ملاكيت
Malleability 21	المطروقة
Manganite 54	منجانتيت
Manganese 54	منجنيز
Marble 90, 91, 92, 93	الرخام
Marcasite 53	ماركاسايت

Marl 78	صخور للمارل (الغضار)
Masses 62	كتل
Massive rocks 62	صخور كتلية
Materials of the earth crust 1	مكونات القشرة الأرضية
Mechanical deformation 89	التشويه الميكانيكي
Mechanically formed (clastic) rocks 76, 77, 78, 80	صخور ميكانيكية النشأة (فتاتية)
Melting 89, 91	الانصهار
Mercury 28, 39, 54	زئبق
Metaconglomerate 92	ميتاكونجولوميرات
Metallic luster 13, 14	بريق فلزي
Metallic minerals 6, 13, 23, 24	معادن فلزية
Metamorphic rocks 60, 88, 90, 91, 92	الصخور المتحولة
Metamorphism 89	عمليات التحول
Microcline 36, 50, 69	ميكروكلين
Millerite 54	ملليريت
Mineral composition 60, 62, 67, 73, 90, 92	التركيب المعدني
Mineral grains 5, 15	الحبيبات المعدنية
Minerals 89	معادن
Mobilization of ions 62	تحريك الأيونات
Mode of occurrence 16	كيفية الوجود
Mohs scale of hardness 16	مقياس موهس للصلادة
Molybdenite 30, 39, 49, 54	موليبدينيت
Moonstone 11	حجر القمر
Mudstone 78, 79, 80	حجر الوحل
Muscovite 18, 21, 28, 41, 51, 91	ميسكوفيت

## N

Native elements group 26, 39	مجموعة المعادن المتصرفة
Native copper 20, 21	النحاس الحر (المتصرفة)
Natron 22	النطرون
Nepheline 50	نفلين
Nesosilicates 33, 37, 40	سيليكات رباعي الأوجه المنفرد
Nickel 54	نيكل
Nickolite 54	نيكولايت
Nitre 23	أملاح النتر
Nodules 81	عقد
Non-layered 92	غير متطبق
Non-metallic luster 13, 14	بريق لا فلزي
Non-metallic minerals 6, 13, 23, 24	معادن لا فلزية
Non-stratified 62	لا طبقية



## O

Obsidian 64, 69	أوبسيديان
Octahedrite 55	أوكتايدرايت
Odour 6	الرائحة
Olivine 17, 18, 23, 33, 37, 40, 49, 66, 71, 72, 92	أوليفين
Oolitic lime stone 81, 83	حجر جيرى بطروحي (مربيا)
Opal 11, 28, 46, 54	أوبال
Opalescence 11	ظاهرة اللآلآة
Opaque minerals 15, 17	معادن معتمة
Optical properties 6, 24, 36, 37, 41, 50	الخصائص البصرية
Organically formed rocks 84, 86	صخور عضوية النشأة
Orthoclase 16	أورثوكلاز
Orthorhombic 23	مربعي قائم
Oxide minerals group 28, 39, 45, 46	مجموعة معادن الأكاسيد

## P

Parting 6, 19	الانفصال
Pearly luster 15	البريق اللؤلؤى
Peat 85	بيت
Pebble 76	حصى
Perfect cleavage 17	الانفصال الجيد
Peridotite 67, 72, 94	بيريدوتايت
Phaneric texture 63	نسيج خشن الحبيبات
Pelsophyric texture 65, 66	نسيج فلسوفيرى
Phynocryst 63	البلورات الظاهرة (فينوكريست)
Phosphate minerals group 29, 40, 48	مجموعة معادن الفوسفات
Phosphate rocks 84, 86	صخور الفوسفات
Phosphorescence 11	تفسفر
Phyllite 90, 92	فيللايت
Phyllosilicates 34, 37, 41	سيلكات ربايى الأوجه الصفائحية (فيلوسيلكات)
Piezoelectricity 25	بيزو إلكتروسيقي
Pigments 7	مكثفات
Pitchblende 15, 25, 55	بتشبلند
Pitchy luster 15	البريق القاري (الزرقى)
Plagioclase 37, 66, 67, 72, 79	بلاجيوكلاز
Platinum 54	بلاتين
Play of colours 9	ظاهرة تلاهب الألوان
Plutonic rocks 59, 62	الصخور العميقة (البلوتونية)
Porphyritic aphanitic texture 64, 65	نسيج دقيق الحبيبات بروفيرى
Porphyritic phaneric texture 63	نسيج خشن الحبيبات بروفيرى

Porphyritic texture 63	النسيج الجورفيري
Potassium 1, 25, 55	بوتاسيوم
Potassium feldspar 36, 69, 72, 79	بوتاسيوم فليساير
Pressure 88	الضغط
Primary (minerals) 26	معادن أولية
Proustite 55	بروستايت
Psilomelane 5	بسيلوميلين
Pumice 66, 69	حجر الخفاف
Pyrrargyrite 55	بيرارجيرايت
Pyrite 22, 24, 30, 39, 49, 53	بايرايت
Pyroclastic or fragmentally texture 65	نسيج فتالي
Pyroelectricity 25	بيروكسيت
Pyrolysite 39, 54	بيروكسين
Pyroxene 34, 37, 38, 66, 71, 92	بيروكسين
Pyrrhotite 24	بيرهوتيت

## Q

Quartz 7, 15, 16, 18; 20, 23-26, 28, 36, 38, 40, 66-69, 71, 74, 77, 91, 92	كوارتز
Quartzite 90, 91, 92, 94	كوارتزيت

## R

Radioactivity 6	إشعاعية
Radiolaria 84, 86	رديولاريا
Radiolarian deposits 84, 86	رواسب رديولارية
Realgar 52	ريلجار
Re-crystallization 89	اعادة التبلور
Regional metamorphism 90	التحول الاقليمي
Resinous luster 15	البريق الصمغي
Rhyolite 66, 67, 69, 71, 73, 94	رايولايت
Rock cycle 61	الدورة الصخرية
Rock salt 81	ملح صخري
Rock type 9, 92, 94	نوع الصخر
Rounded 76	مستديرة
Ruby 8	كوبندم احمر (ياقوت احمر)
Rutile 14, 39, 46, 55	روتايل

## S

Salic - leucocratic rocks 68	صخور فاتحة اللون
Saline sedimentary rocks 81	صخور رسوبية ملحية
Saline taste 22	ملحاق ملحي

Sand 76	رمل
Sand paper 23	ورق الصنفرة
Sandstone 76, 77, 79, 80, 87, 94	حجر الرمل
Sapphire 8	كوزنيم أزرق (ياقوت أزرق)
Schist 90, 91, 92	الشيست
Scintillometer 25	عداد الوميض
Scoria 65	اسكوريا
Secondary minerals 26, 71	معادن ثانوية
Secondary rocks 59, 73	الصخور الثانوية
Sectile 21	لين
Sedimentary rocks 28, 30, 59, 61, 73, 74, 76, 87, 88	الصخور الرسوبية (الثانوية)
Sense properties 6, 22	الخصائص الحسية
Serpentine 23, 38, 41, 51	سريتين
Shale 78, 80, 87	طفل
Shining luster 15	بريق ساطع
Siderite 40, 47, 53	سيديرايت
Silicate minerals group 31, 40, 49, 53	مجموعة معادن السيليكات
Silicon 1, 54	سيلكون
Siliceous sedimentary rocks 81	صخور رسوبية سيليسية
Silky luster 15	البريق الحريري
Sillimanite 40, 49, 91, 93	سليمانايت
Sills 62	سدود
Silt 76	غرين
Silt - stone 76, 80, 87	حجر غريني
Silver 21, 24, 26, 27, 39, 55	فضة
Single chain 34, 37	سلسلة منفردة
Slate 90 - 94	أردواز
Smithsonite 32, 40, 47, 55	سمثونلايت
Smooth touch 22	ناعم الملمس
Soda 22	صودا كلوية
Sodalite 34, 41, 50	صوداليت
Sodium 1, 55	صوديوم
Solubility 6, 26	ذوبان
Sorasilicates 34, 41, 50	سيليكات ولباعي الأوجه المزججة
Sour taste 22	مذاق مرز
Specific gravity 6, 23, 24, 45, 51	ثقل نوعي
Spinel 28, 52	سبينل
Sphalerite 18, 30, 39, 48, 55	سفاليرايت
Splendent 13	بريق باهر
Spotted texture 89	النسيج المبقع

Stain spar 15	جس ليمي
Stalactites 83	الموايط
Stalagmites 81, 83	الصواعد
Static pressure 88	الضغط الاستاتيكي
Staurolite 41, 50	شتورولايت
Stibnite 52	ستيناييت
Strata 60, 82	طبقات
Stratified rocks 73	الصخور الطبقيّة
Streak 6, 12, 45, 53	غدرش
Streak plate 12	لوحة المحدثش
Strontianite 55	سترونشيانييت
Strontium 55	استرونشيوم
Sub-metallic 14	تحت الفلزّي
Sub-vitreous 15	تحت الزجاجي
Sulfide minerals group 30, 48	مجموعة معادن الكبريتيدات
Sulphate minerals group 29, 39, 47	مجموعة معادن الكبريتات
Sulphur 8, 21, 22, 28, 39, 45, 55	كبريت
Sulphurous odour 22	الرائحة الكبريتية
Survival products 74	النواتج الأولية الثابتة
Sylvanite 53	سيلفانييت
Sylvite 55	سلفيت

## T

Talc 16, 21, 41, 51	تلك
Tarnish 11	تصدؤ
Taste 6, 22	الطعم (الذائق)
Tectosilicates 35, 41	سيليكات رصاصي الأوجه الشبكية (تكتوسيليكات)
Temperature 88	الحرارة
Tenacity 6, 21	التماسكية
Tetrahedrite 53	تتراهيدرايت
Tetrahedron 33	رصاصي الأوجه
Texture 60, 62, 63	النسيج
Thorite 25	الثوراييت
Tiger's eye 11	عين النمر
Tin 55	قصدير
Titanium 55	تيتانيوم
Topaz 15, 16, 24, 41, 50	توباز
Touch 22	الملمس
Tourmaline 25, 41, 51, 77	تورمالين
Translucent minerals 15	معادن نصف شفافة

Transparent minerals 11, 15

معادن شفافة

Travertine (calc-sinter) 83

ترافرتين (مستركلسي)

Tremolite 34

تريمولايت

Tridymite 23, 36

تريديمات

Triagonal 23

الثلاثي

Turquoise 52

تركواز (فيروز)

Types of metamorphism 90

أنواع التحول

## U

Ultrabasic rocks 66, 72

صخور فوق قاعدية

Ultramafic - hypermelanic rocks 66, 68, 72

صخور فوق قائمة اللون

Uneven fracture 21

المكسر غير المستوي

Uraninite 25, 53

يورانييت

Uranium 55

يورانيوم

## V

Vanadinite 54

فنادانيت

Very heavy mineral 24

معدن ثقيل جدا

Vitreous luster 14

بريق زجاجي

Vitreous texture 64

نسيج زجاجي

Vitrophyric texture 65

نسيج زجاجي بوفيري

Volcanic rocks 59, 63

الصخور البركانية

## W

Weathering agents 73

عوامل التعرية

Witherite 52

ويديرايت

Wolframite 53

ولفراميت

## X

X-ray 11

أشعة سينية

## Z

Zinc 55

زنك

Zincite 39, 46, 55

زنكيت

Zircon 24, 33, 41, 74

زركون (الزركون)





ردمك : ٨ - ٢٦٧ - ٥ - ٩٦٦٠  
ISBN: 9660, 05-247-8

مكتبة جامعة القاهرة



0450751